



TUGAS AKHIR – SS141501

**PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI
JUMLAH KASUS TUBERKULOSIS DI JAWA TIMUR
MENGUNAKAN METODE *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED
GENERALIZED POISSON REGRESSION*
DAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED NEGATIVE BINOMIAL
REGRESSION***

**ENIS ULFA LAILIYAH FITRI
NRP 1313 100 053**

**Dosen Pembimbing
Dr. Purhadi, M.Sc**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR – SS141501

**PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI
JUMLAH KASUS TUBERKULOSIS DI JAWA TIMUR
MENGUNAKAN METODE *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED
GENERALIZED POISSON REGRESSION*
DAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED NEGATIVE BINOMIAL
REGRESSION***

**ENIS ULFA LAILIYAH FITRI
NRP 1313 100 053**

**Dosen Pembimbing
Dr. Purhadi, M.Sc**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT – SS141501

**MODELING FACTORS INFLUENCING THE NUMBER OF
TUBERCULOSIS CASES IN EAST JAVA USING
GEOGRAPHICALLY WEIGHTED GENERALIZED POISSON
REGRESSION AND GEOGRAPHICALLY WEIGHTED
NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION**

**ENIS ULFA LAILIYAH FITRI
NRP 1313 100 053**

**Supervisor
Dr. Purhadi, M.Sc**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG
MEMPENGARUHI JUMLAH KASUS
TUBERKULOSIS DI JAWA TIMUR
MENGUNAKAN METODE *GEOGRAPHICALLY
WEIGHTED GENERALIZED POISSON REGRESSION*
DAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED NEGATIVE
BINOMIAL REGRESSION***

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Enis Ulfa Lailiyah Fitri
NRP. 1313 100 053

Disetujui oleh Pembimbing:

Dr. Purnadi, M.Sc

NIP. 19620204 198701 1 001

()



Mengetahui,
Kepala Departemen



Dr. Suhartono
NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2017

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG
MEMPENGARUHI JUMLAH KASUS
TUBERKULOSIS DI JAWA TIMUR
MENGUNAKAN METODE *GEOGRAPHICALLY
WEIGHTED GENERALIZED POISSON REGRESSION*
DAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED NEGATIVE
BINOMIAL REGRESSION***

Nama Mahasiswa : Enis Ulfa Lailiyah Fitri
NRP : 1313 100 053
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing : Dr. Purhadi, M.Sc

Abstrak

*Tuberkulosis merupakan salah satu penyakit saluran pernapasan bawah yang disebabkan oleh bakteri bernama *Mycrobacterium Tuberculosis*. Salah satu provinsi penyumbang jumlah kasus tuberkulosis terbanyak di Indonesia adalah Provinsi Jawa Timur yang menempati peringkat kedua. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus tuberkulosis dilakukan pemodelan dengan pendekatan GWGPR dan GWNBR. Jumlah kasus tuberkulosis paling banyak terjadi di Kota Mojokerto yaitu 8609 kasus dan yang terendah adalah di Kabupaten Blitar dan Pasuruan yaitu nol kasus. Baik pemodelan dengan GWGPR maupun GWNBR menghasilkan 3 pengelompokan untuk variabel yang berpengaruh signifikan pada masing-masing kabupaten/kota. Pemodelan GWGPR menghasilkan satu variabel yang tidak signifikan di semua kabupaten/kota yaitu persentase pengeluaran non makanan. Perbandingan nilai AIC dan R^2 dari model GWGPR dan GWNBR menunjukkan bahwa kedua model tidak berbeda jauh. Sehingga model GWGPR dan GWNBR sesuai untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus tuberkulosis setiap kabupaten/kota di Jawa Timur.*

Kata Kunci : GWGPR, GWNBR, regresi Poisson, tuberkulosis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

MODELING FACTORS INFLUENCING THE NUMBER OF TUBERCULOSIS CASES IN EAST JAVA USING GEOGRAPHICALLY WEIGHTED GENERALIZED POISSON REGRESSION AND GEOGRAPHICALLY WEIGHTED NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION

Name : Enis Ulfa Lailiyah Fitri
Student Number : 1313 100 053
Department : Statistics
Supervisor : Dr. Purhadi, M.Sc

Abstract

Tuberculosis is one of the lower respiratory tract diseases caused by a bacterium called Mycobacterium Tuberculosis. One of the provinces contributing the largest number of tuberculosis cases in Indonesia is East Java, which ranks second. To know the factors that influence the number of cases of tuberculosis done modeling with GWGPR and GWNBR approach. The highest number of tuberculosis cases in Mojokerto is 8609 cases and the lowest is in Blitar and Pasuruan regencies, which are zero cases. Both modeling with GWGPR and GWNBR resulted in 3 groupings for variables that have significant effect on each district / city. Modeling GWGPR produces one variable that is not significant in all districts/cities is the percentage of non-food expenditure. Comparisons of AIC and R^2 values of the GWGPR and GWNBR models show that the two models do not differ much. So the GWGPR and GWNBR models are suitable to know the factors that influence the number of tuberculosis cases in each regency/city in East Java.

Keywords : GWGPR, GWNBR, Poisson regression, tuberculosis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul

“Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur Menggunakan Metode *Geographically Weighted Generalized Poisson Regression* dan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression*”

Tugas Akhir dapat terselesaikan dengan baik dan lancar tidak lepas dari banyaknya bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Suhartono selaku Kepala Departemen Statistika, FMIPA ITS.
2. Bapak Sutikno selaku Kaprodi Sarjana Departemen Statistika ITS.
3. Bapak Dr. Purnadi, M.Sc selaku dosen pembimbing, Bapak Dr. Bambang Wijanarko Otok, M.Si dan Ibu Diaz Fitra Aksioma, S.Si, M.Si selaku dosen penguji atas waktu yang telah diberikan untuk membimbing dan memberikan saran yang sangat berharga bagi penulis.
4. Bapak Hariyono selaku dosen wali yang telah memberikan nasehat, motivasi, serta bimbingan selama perkuliahan.
5. Bapak Mardi dan Ibu Endang Suranti selaku orang tua penulis, yang selalu memotivasi dan mendoakan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Semua pihak yang telah memberikan dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Pembuatan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, besar harapan dari penulis untuk menerima kritik dan saran yang berguna untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
TITLE PAGE	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Statistik Deskriptif	5
2.2 Peta Tematik	5
2.3 Multikolinieritas	7
2.4 Regresi Poisson.....	7
2.5 Overdispersi.....	9
2.6 Efek Spasial	10
2.7 Matriks Pembobot Spasial	11
2.8 <i>Generalized Poisson Regression</i>	12
2.9 <i>Geographically Weighted Generalized Poisson Regression (GWGPR)</i>	13
2.10 Regresi Binomial Negatif	15
2.11 Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)	16
2.12 Kriteria Keباikan Model	17
2.13 Tuberkulosis	18

2.14	Kerangka Konseptual.....	20
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1	Sumber Data	23
3.2	Variabel Penelitian.....	23
3.3	Struktur Data	25
3.4	Langkah Analisis	25
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1	Karakteristik Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur Tahun 2015	29
4.1.1	Presentase Penduduk Usia 50-64 Tahun.....	31
4.1.2	Presentase Penduduk Tamat SMA Sederajat	31
4.1.3	Presentase Rumah Sehat	32
4.1.4	Presentase Tempat Pengelolaan Makanan (TPM) yang memenuhi status <i>higine</i> sanitasi	33
4.1.5	Presentase Tempat Umum yang Memenuhi Syarat Kesehatan.....	34
4.1.6	Persentase pengeluaran Non Makanan	35
4.2	Pemeriksaan Multikolinieritas	36
4.3	Regresi Poisson.....	37
4.4	Overdispersi.....	38
4.5	Pengujian Aspek Data Spasial	38
4.6	Pemodelan Generalized Poisson Regression (GPR)	39
4.7	Pemodelan <i>Geographically Weighted Generalized Poisson Regression</i> (GWGPR)	40
4.8	Regresi Binomial Negatif	45
4.9	Pemodelan <i>Geographically Weighted Negatif Binomial Regression</i> (GWNBR).....	46
4.10	Pemilihan Model Terbaik	51
BAB V	PENUTUP	53
5.1	Kesimpulan.....	53

5.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN.....		57

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir penelitian.....	27
Gambar 4.1 Perkembangan Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur.....	29
Gambar 4.2. Persebaran Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur.....	30
Gambar 4.3. Persebaran Penduduk Usia 50-64 Tahun di Jawa Timur.....	31
Gambar 4.4. Persebaran Penduduk Tamat SMA Sederajat di Jawa Timur.....	32
Gambar 4.5. Persebaran Rumah Sehat di Jawa Timur	33
Gambar 4.6. Persebaran Tempat Pengelolaan Makanan (TPM) yang Memenuhi Status Higine Sanitasi di Jawa Timur.....	34
Gambar 4.7. Persebaran Tempat Umum yang Memenuhi Syarat Kesehatan di Jawa Timur	35
Gambar 4.8. Persebaran Pengeluaran Non Makanan di Jawa Timur.....	36
Gambar 4.9. Pengelompokan Kabupaten/ Kota di Jawa Timur Berdasarkan Variabel yang Signifikan dengan Metode GWGPR.....	43
Gambar 4.10 Pengelompokan Kabupaten/ Kota di Jawa Timur Berdasarkan Variabel yang Signifikan dengan Metode GWNBR	49

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	23
Tabel 3.2 Struktur Data.....	25
Tabel 4.1 Nilai VIF dari Variabel Prediktor	37
Tabel 4.2 Nilai Estimasi Parameter Model Regresi Poisson	37
Tabel 4.3 Nilai Estimasi Parameter Model GPR.....	39
Tabel 4.4 Variabel Signifikan untuk Model GWGPR.....	41
Tabel 4.5 Nilai Estimasi Parameter Model GWGPR di Kabupaten Tulungagung	44
Tabel 4.6 Nilai Estimasi Parameter Model Regresi Binomial Negatif	45
Tabel 4.7 Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan Variabel yang Signifikan	47
Tabel 4.8 Nilai Estimasi Parameter Model GWNBR di Kabupaten Tulungagung	50
Tabel 4.9 Nilai AIC dan R^2	51

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur dan Faktor yang Diduga Berpengaruh.....	57
Lampiran 2. Koordinat Lintang dan Bujur.....	58
Lampiran 3. Hasil Statistika Deskriptif dan Pengecekan Asumsi Multikolinieritas	59
Lampiran 4. Hasil Pengujian Aspek Spasial	59
Lampiran 5. <i>Output</i> Regresi Poisson	60
Lampiran 6. <i>Output</i> Regresi Binomial Negatif	61
Lampiran 7. Pembobot Spasial dengan <i>Adaptive Bisquare</i> Kernel	62
Lampiran 8. Jarak Euclidean	63
Lampiran 9. Koefisien Parameter (GWGPR)	64
Lampiran 10. Z hitung Parameter GWGPR	65
Lampiran 11. Koefisien Parameter GWNBR.....	66
Lampiran 12. Z hitung GWNBR	67
Lampiran 13. Syntax Program R	68

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tuberkulosis merupakan salah satu penyakit saluran pernapasan bawah dan menular. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri yang bernama *Mycrobacterium Tuberkulosis*. Penularan penyakit ini melalui ludah atau dahak penderita yang mengandung basil tuberkulosis. Penyakit tuberkulosis diperkenalkan oleh Robert Koch di Berlin Jerman pada 24 Maret 1882 (Lestari, 2014). Beberapa faktor penyebab penyakit tuberkulosis adalah faktor sosial ekonomi, status gizi, umur, dan jenis kelamin (Hiswani, 2009).

Tuberkulosis sampai saat ini masih menjadi isu kesehatan di berbagai negara. Terdapat sebanyak 22 negara di dunia dengan kategori beban tinggi terhadap kasus tuberkulosis, sebanyak 35% dari seluruh kasus tuberkulosis berasal dari Negara ini. Indonesia menempati peringkat kelima sebagai Negara dengan beban tuberkulosis tertinggi di dunia (Kementrian Kesehatan RI, 2011). Salah satu provinsi penyumbang jumlah kasus tuberkulosis terbanyak di Indonesia adalah Provinsi Jawa Timur. Provinsi Jawa Timur berada pada peringkat kedua, sedangkan peringkat pertama adalah Provinsi Jawa Barat. Jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur tahun 2015 sebanyak 48.379 kasus (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2015).

Penelitian sebelumnya mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi tuberkulosis dilakukan di Jawa Timur dengan metode *Generalized Poisson Regression* dan *Geographically Weighted Poisson Regression* (Lestari, 2014). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Lestari adalah bahwa dengan metode GWPR variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis di seluruh kabupaten/kota di Jawa Timur adalah persentase penduduk usia produktif, persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis, dan persentase tempat umum dan pengelolaan makanan (TUPM) sehat. Sedangkan metode GPR memberikan hasil bahwa persentase penduduk usia produktif, dan TUPM sehat berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus

penyakit tuberkulosis di Jawa Timur. Penelitian di wilayah lain, yaitu di Provinsi Jawa Barat dilakukan dengan metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (Pratama, 2015). Penelitian tersebut menghasilkan lima pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan variabel yang mempengaruhi. Faktor yang mempengaruhi jumlah kasus TBC di semua kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat adalah persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS).

Jumlah kasus tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur merupakan data count yang mengikuti distribusi Poisson. Regresi Poisson sangat tepat digunakan untuk menganalisis data count jika mean dan variansnya sama (ekuidispersi). Namun, pada data jumlah kasus tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tidak memenuhi kondisi ekuidispersi, karena nilai varians lebih besar dari pada rata-ratanya (overdispersi). Salah satu pengembangan metode yang digunakan untuk mengatasi overdispersi adalah *Generalized Poisson Regression* (GPR). Pemodelan ini menghasilkan parameter yang bersifat global untuk seluruh lokasi (daerah). Interpretasi dari model yang bersifat global ini menganggap bahwa setiap lokasi memiliki karakteristik yang sama, padahal dalam kasus jumlah tuberkulosis pada setiap lokasi memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Sehingga untuk mengatasi hal tersebut dapat digunakan analisis data spasial.

Pada penelitian ini akan digunakan metode regresi yang mempertimbangkan efek spasial data. Salah satu metode yang digunakan adalah *Geographically Weighted Generalized Poisson Regression* (GWGPR). GWGPR merupakan pengembangan dari *Generalized Poisson Regression* (GPR) yang memperhatikan pembobot berupa letak lintang dan bujur dari titik-titik pengamatan yang diamati. Metode lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR). Metode GWNBR merupakan metode pengembangan dari regresi Binomial Negatif. Kedua metode tersebut sama-sama digunakan untuk mengatasi kasus overdispersi pada regresi Poisson dan ada penambahan efek spasial. Perbedaan dari kedua metode tersebut terletak pada fungsi distribusinya. Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan dari kedua metode tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Jumlah kasus tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur merupakan jumlah kasus tertinggi kedua di Indonesia setelah Provinsi Jawa Barat. Data jumlah kasus tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur mengikuti distribusi Poisson. Lokasi pengamatan yang berbeda, yaitu tersebar di setiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur menyebabkan adanya perbedaan karakteristik data. Sehingga analisis regresi yang digunakan adalah analisis regresi yang memperhatikan efek spasial data. Berdasarkan uraian tersebut permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebuah deskripsi yang menggambarkan karakteristik jumlah kasus tuberkulosis dan faktor yang mempengaruhinya, pemodelan menggunakan metode *Geographically Weighted Generalized Poisson Regression* (GWGPR) dan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR), serta membandingkan kedua metode tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan jumlah kasus penderita TBC di Provinsi Jawa Timur dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya.
2. Memodelkan jumlah kasus penderita TBC di Provinsi Jawa Timur dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya dengan metode *Geographically Weighted Generalized Poisson Regression* (GWGPR) dan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR).
3. Membandingkan analisis yang dihasilkan oleh metode GWGPR dan GWNBR.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan tambahan informasi sebagai bahan pertimbangan pengambilan kebijakan bagi Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. Kemudian menambah wawasan keilmuan statistika sebagai pengembangan dari penerapan metode *Geographically Weighted*

Generalized Poisson Regression (GWGPR) dan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR). Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah.

1. Penelitian ini hanya menggunakan data tahun 2015.
2. Penelitian ini menggunakan pembobot fungsi *kernel adaptive bisquare* dan tidak bertujuan untuk membandingkan model dengan pembobot yang berbeda.
3. Penentuan *Bandwidth Optimum* dilakukan menggunakan *Cross Validation*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistik Deskriptif

Statistika deskriptif merupakan alat, teknik, atau prosedur yang digunakan untuk menggambarkan atau mendeskripsikan kumpulan data atau hasil pengamatan menjadi sebuah informasi (Walpole, 1995). Hasil informasi berdasarkan statistika deskriptif kurang lengkap dan akurat. Akan tetapi, penampilan yang menarik dan mudah dipahami oleh orang awam. Statistika deskriptif dibagi menjadi dua yaitu ukuran pemusatan dan penyebaran data. Mean, median, modus, kuartil bawah, dan kuartil atas tergolong pemusatan data, yang bertujuan untuk mengamati karakter dari suatu data. Ukuran penyebaran data yang terdiri dari jangkauan, keragaman, standar deviasi dan jangkauan antar kuartil yang menghasilkan besar nilai penyimpangan atau variasi dari nilai pusatnya. Penyajian statistika deskriptif seperti tabel, histogram, boxplot, diagram, grafik dan lain-lainya.

2.2 Peta Tematik

Peta tematik adalah peta yang menyajikan tema tertentu dan untuk kepentingan tertentu dengan menggunakan peta rupa bumi yang telah disederhanakan sebagai dasar untuk meletakkan informasi tematiknya (Badan Informasi Geospasial, 2017). Pewarnaan pada peta ditujukan untuk membedakan wilayah satu dengan lainnya. Metode pembagian warna pada peta sebagai berikut (Crisana, 2014).

a. *Natural Breaks*

Pengelompokan pola data, dengan nilai dalam kelas memiliki batas-batas yang ditentukan berdasarkan nilai jangkauan terbesar. Proses pada metode ini berulang-ulang dan menggunakan break yang berbeda dalam dataset yang memiliki varians terkecil. Metode ini baik untuk pemetaan nilai yang tidak merata. Langkah-langkah metode *natural breaks* :

1. Membagi data berkelompok
2. Menghitung deviasi kuadrat antar kelas (SDCM)

$$SDCM = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^s (x_i - \bar{Z}_{os})^2$$

3. Menghitung jumlah kuadrat penyimpangan dari rata-rata (SDAM)

$$SDAM = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2$$

4. Mengurangi SDAM dengan SDCM
5. SDCM terbesar dipindah ke terkecil.

b. *Quantile*

Pengelompokan dengan jumlah fitur yang sama, membandingkan data yang tidak memerlukan nilai proporsional dari fitur dengan nilai yang sebanding, dan menekankan posisi relatif antar fitur.

c. *Equal Interval*

Pengelompokan data ke dalam subrange dengan ukuran yang sama, menekankan jumlah relatif nilai atribut terhadap nilai lain, dan mempunyai jangkauan familiar seperti persen atau temperatur. Metode ini lebih mudah untuk menafsirkan dan menyajikan informasi secara non-teknis namun jika nilai berkumpul di histogram, mungkin memiliki banyak fitur dalam satu kelas.

d. *Geometrical Interval*

Pembagian rentang kelas berdasarkan interval yang memiliki barisan geometri berdasarkan multiplier dan kebalikannya, meminimalkan jumlah kuadrat dari elemen per kelas, cocok untuk data kontinu, dan menghasilkan hasil visual yang menarik dan lengkap. Metode ini meminimalkan jumlah kuadrat dari elemen per kelas dan setiap rentang kelas memiliki jumlah yang sama dengan nilai masing-masing kelas dan perubahan antara interval cukup konsisten. Metode ini merupakan gabungan dari metode natural breaks, quantile, dan equal interval.

e. Standar Deviasi

Masing-masing kelas didefinisikan dengan jarak dari nilai rata-rata dan deviasi standar dari semua fitur. Metode ini cocok untuk data yang memiliki distribusi normal namun jika terdapat nilai yang sangat tinggi ataupun rendah hal ini dapat mempengaruhi mean

2.3 Multikolinieritas

Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pembentukan model regresi dengan beberapa variabel prediktor adalah tidak ada kasus multikolinieritas. Pendeteksian kasus multikolinieritas yaitu dengan koefisien korelasi dan kriteria nilai VIF (*Variance Inflation Factor*). Terdapat kasus multikolinieritas jika nilai koefisien korelasinya lebih dari 0,95 atau jika nilai VIF lebih besar dari 10. Nilai VIF dinyatakan sebagai berikut.

$$VIF_k = \frac{1}{1 - R_k^2} \quad (2.1)$$

$$\text{dimana } R_k^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})_k^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

dengan R_k^2 adalah koefisien determinasi antara satu variabel prediktor dengan variabel prediktor lainnya (Hocking, 1996).

2.4 Regresi Poisson

Distribusi Poisson sering digunakan untuk memodelkan peristiwa yang memiliki peluang kejadian kecil pada interval waktu tertentu (Osgood, 2000). Regresi Poisson merupakan model regresi nonlinier yang tepat digunakan untuk memodelkan data cacahan (Agresti, 2002). Fungsi probabilitas variabel random diskrit (y) berdistribusi Poisson dengan parameter μ dinyatakan sebagai berikut.

$$P(y; \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}; y = 0, 1, 2, \dots \text{ dan } \mu > 0 \quad (2.2)$$

dengan μ merupakan rata-rata banyaknya kejadian dalam suatu interval tertentu. Nilai harapan dan ragam dari distribusi Poisson adalah $E(Y) = \text{Var}(Y) = \mu$.

Analisis regresi Poisson biasanya diterapkan dalam penelitian kesehatan masyarakat, biologi, dan teknik. Model regresi Poisson termasuk model linier terampat (*Generalized Linier Model*) dengan data respon mengikuti sebaran Poisson. Persamaan dari model regresi Poisson dapat ditulis sebagai berikut.

$$\mu = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}) \quad (2.3)$$

Estimasi parameter model regresi poisson dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Fungsi *likelihood* dirumuskan sebagai berikut.

$$L(\beta) = \frac{\exp\left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \beta)\right) \left(\exp \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \beta\right)}{\prod_{i=1}^n y_i!} \quad (2.4)$$

dimana,

$$\beta = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \dots \quad \beta_k]^T; \mathbf{x}_i = [1 \quad x_{1i} \quad \dots \quad x_{ki}]^T$$

Selanjutnya dilakukan iterasi Newton Raphson untuk memaksimumkan fungsi *log-likelihood*. Fungsi *log-Likelihood* dirumuskan sebagai berikut.

$$\ln L(\beta) = -\sum_{i=1}^n e^{\mathbf{x}_i^T \beta} + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \beta - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \quad (2.5)$$

Pengujian signifikansi parameter terdiri dari pengujian serentak dan parsial. Uji signifikansi secara serentak menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) dengan hipotesis sebagai berikut (McCullagh & Nelder, 1989).

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2 \left(\ln L(\hat{\Omega}) - L(\hat{\omega}) \right) \quad (2.6)$$

Jika nilai $D(\hat{\beta})$ semakin kecil maka semakin kecil pula tingkat kesalahan yang dihasilkan oleh model. Tolak H_0 jika nilai dari

$D(\hat{\beta})$ hitung lebih besar dari $\chi^2_{(k,\alpha)}$ yang artinya minimal terdapat satu parameter dalam model regresi Poisson yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Pengujian secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel respon dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$Z = \frac{\beta_j}{se(\beta_j)} \quad (2.7)$$

Keputusan yang diambil adalah tolak H_0 jika nilai dari $|Z|$ lebih besar dari $Z_{\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$ yang artinya parameter tersebut berpengaruh signifikan terhadap variabel respon dalam model regresi Poisson.

2.5 Overdispersi

Regresi Poisson dikatakan mengandung overdispersi apabila nilai variansnya lebih besar dari nilai meannya. Overdispersi memiliki dampak yang sama dengan pelanggaran asumsi yang akan menyebabkan anak dugaan dari parameter regresinya tetap konsisten namun tidak efisien. Hal ini berdampak pada nilai *standar error* yang menjadi *under estimate*, sehingga kesimpulan yang diperoleh menjadi tidak valid (Cameron & Trivedi, 1990). Pemeriksaan overdispersi menggunakan statistik uji *Pearson's Chi-Square* sebagai berikut.

$$\sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \mu_i)^2}{\sigma_i^2} \sim \chi^2_{(n-p)}; \text{ dengan } p = k + 1 \quad (2.8)$$

Data mengalami overdispersi jika statistik uji *Pearson's Chi-Square* dibagi dengan derajat bebas akan menghasilkan nilai lebih besar dari 1.

2.6 Efek Spasial

Pemodelan pada data spasial dapat dikelompokkan berdasarkan tipe data spasial yang digunakan yaitu spasial titik dan spasial area. Masing-masing tipe data spasial tersebut dapat dikelompokkan lagi berdasarkan jenis data yang digunakan yaitu *cross sectional* dan *time series*. Pemodelan data spasial selalu melibatkan matriks pembobot spasial. Sedangkan efek spasial pada data dapat berupa error yang saling berkorelasi (dependensi spasial) maupun keragaman (heterogenitas) spasial antar lokasi.

Pengujian dependensi spasial menggunakan uji Moran's I dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : I = 0$ (tidak terdapat dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$ (terdapat dependensi spasial)

Statistik uji yang digunakan sebagai berikut.

$$Z = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{\text{Var}(\hat{I})}} \quad (2.9)$$

dimana $\hat{I} = \frac{\mathbf{e}^T \mathbf{W} \mathbf{e}}{\mathbf{e}^T \mathbf{e}}$ dengan \mathbf{e} merupakan vektor residual dan \mathbf{W} merupakan matriks pembobot spasial antar lokasi. Rumus mean dan varians dari Moran's I sebagai berikut.

$$E(\hat{I}) = \frac{\text{tr}(\mathbf{M}\mathbf{W})}{(n-k)} \quad (2.10)$$

$$\text{Var}(\hat{I}) = \frac{\text{tr}(\mathbf{M}\mathbf{W}\mathbf{M}\mathbf{W}^T) + \text{tr}(\mathbf{M}\mathbf{W})^2 + (\text{tr}(\mathbf{M}\mathbf{W}))^2}{d - E(\hat{I})^2} \quad (2.11)$$

dengan $d = (n-k)(n-k-2)$; $\mathbf{M} = \mathbf{I} - \mathbf{X}(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T$. Tolak H_0 jika nilai $|Z| > Z_{(\alpha/2)}$ yang artinya terdapat dependensi spasial dalam model.

Pengujian heterogenitas spasial dilakukan untuk melihat kekhasan pada setiap lokasi pengamatan yang akan mengakibatkan parameter regresi yang dihasilkan berbeda secara spasial.

Pengujian heterogenitas spasial dilakukan dengan statistik uji *Breusch-Pagan* (BP) dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2 \text{ (variansi antar lokasi sama)}$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \text{ (variansi antar lokasi berbeda)}$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$BP = \left(\frac{1}{2} \right) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \quad (2.12)$$

dengan elemen vektor \mathbf{f} adalah $f_i = \frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1$ dan $e_i = y_i - \hat{y}_i$. \mathbf{Z}

merupakan matriks berukuran $n \times (k+1)$ yang berisi vektor yang sudah dinormal standarkan untuk setiap observasi. Tolak H_0 jika nilai dari $BP > \chi_{(\alpha, k)}^2$ yang artinya terjadi heteroskedastisitas dalam model atau variansi antar lokasi berbeda.

2.7 Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial menunjukkan keragaman spasial antara lokasi yang satu dengan yang lain. Elemen dari matriks pembobot spasial (\mathbf{W}) merupakan fungsi dari jarak *Euclidian* antar lokasi. Pembentukan fungsi pembobot dari jarak *Euclidian* salah satunya dapat menggunakan fungsi *Adaptive Bisquare Kernel*. Fungsi *Adaptive Bisquare Kernel* merupakan fungsi kernel dengan bandwidth yang berbeda pada setiap lokasi pengamatan. Fungsi *Adaptive Bisquare Kernel* dinyatakan sebagai berikut.

$$w_{ii^*} = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ii^*}}{h_i} \right)^2 \right)^2 & ; \text{untuk } d_{ii^*} \leq h_i \\ 0 & ; \text{untuk } d_{ii^*} > h_i \end{cases} \quad (2.13)$$

dengan $d_{ii^*} = \sqrt{(u_i - u_{i^*})^2 + (v_i - v_{i^*})^2}$

d_{ii^*} adalah jarak *Euclidian* antara lokasi ke- i dan lokasi ke- i^* .

Sedangkan h_i adalah parameter penghalus atau yang disebut sebagai *bandwidth* dari lokasi ke- i . Pemilihan *bandwidth* optimum diperlukan untuk mengatur variansi dan bias dari penaksir yang dihasilkan. Pemilihan *bandwidth* optimum dapat dilakukan menggunakan metode *Cross Validation* (CV). Metode CV ini didefinisikan oleh persamaan

$$CV(h) = \sum_{i=1}^n \left(Y_i - Y_{\neq i}(h) \right)^2 \quad (2.14)$$

dengan

$Y_{\neq i}(h_i)$: nilai penaksir y_i ketika pengamatan di lokasi (u_i, v_i) tidak diikutsertakan pada penaksiran

V_1 : transpose dari matriks S , matriks yang mewakili nilai estimasi model

2.8 Generalized Poisson Regression

Model *Generalized Poisson Regression* (GPR) merupakan suatu model yang sesuai untuk data *count* apabila terjadi over/under dispersi. Parameter yang terdapat dalam model GPR ini adalah parameter μ dan satu parameter tambahan yaitu θ sebagai parameter dispersi. Distribusi *Generalized Poisson* (GP) dapat dituliskan sebagai berikut (Famoye, Wulu, & Singh, 2004).

$$f(y; \mu; \theta) = \left(\frac{\mu}{1 + \theta\mu} \right)^y \frac{(1 + \theta y)^{y-1}}{y!} \exp \left(\frac{-\mu(1 + \theta y)}{1 + \theta\mu} \right), y = 0, 1, 2, \dots \quad (2.15)$$

dengan *mean* dan varians model GPR adalah $E(y) = \mu$ dan $\text{var}(y) = \mu(1 + \theta\mu)^2$. Apabila θ sama dengan nol maka model GPR akan menjadi model regresi Poisson biasa, sedangkan apabila $\theta > 0$ maka model GPR merepresentasikan telah terjadi overdispersi, dan apabila $\theta < 0$ maka telah terjadi underdispersi. Model GPR memiliki bentuk yang sama dengan model regresi Poisson.

$$\mu = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p) \quad (2.16)$$

2.9 Geographically Weighted Generalized Poisson Regression (GWGPR)

Model GWGPR merupakan pengembangan dari regresi *Generalized Poisson* (GPR). Model GWGPR menggunakan pembobot geografis pada penaksiran parameternya. Sehingga model GWGPR akan menghasilkan penaksiran parameter local, dengan parameter yang berbeda untuk setiap lokasi. Fungsi distribusi probabilitas dari GWGPR untuk setiap lokasi adalah sebagai berikut.

$$f(y_i | \mu_i, \theta) = \left(\frac{\mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i} \frac{(1 + \theta y_i)^{y_i - 1}}{y_i!} \exp\left(\frac{-\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i} \right), y_i = 0, 1, 2, \dots \quad (2.17)$$

Bentuk persamaan GWGPR adalah sebagai berikut.

$$\mu_i = \exp(\beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)x_{i1} + \dots + \beta_p(u_i, v_i)x_{ip}) \quad (2.18)$$

Metode yang digunakan dalam penaksiran parameter model GWGPR adalah *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Faktor letak geografis menunjukkan sifat local pada model. Fungsi *log-likelihood* yang telah ditambahkan pembobot untuk model GWGPR adalah sebagai berikut.

$$\ln L(\beta(u_i, v_i), \theta_i) = \sum_{j=1}^n w_{ij}(u_i, v_i) \left\{ y_j \left(\ln(\mu_j) - \ln(1 + \theta_j \mu_j) \right) + \right. \\ \left. (y_j - 1) \ln(1 + \theta_j y_j) - \ln(y_j!) - \frac{\mu_j(1 + \theta_j y_j)}{1 + \theta_j \mu_j} \right\} \quad (2.19)$$

Proses mendapatkan penaksir parameter dari model GWGPR adalah dengan menurunkan fungsi *ln* likelihood terhadap masing-masing parameternya kemudian disamakan dengan nol. Namun hasilnya tidak dapat dilakukan secara analitik, sehingga perlu digunakan prosedur iterative. Iterasi yang digunakan pada penaksiran parameter model GWGPR adalah iterasi numeric Newton Raphson. Algoritma metode Newton Raphson adalah sebagai berikut.

1. Menentukan nilai taksiran awal parameter

$$\boldsymbol{\beta}_{(0)}^* = [\theta_0 \quad \beta_{00} \quad \beta_{10} \quad \dots \quad \beta_{k0}], \text{ iterasi pada saat } m = 0$$

2. Membentuk vektor gradien (g)

$$g^T(\boldsymbol{\beta}_{(m)}^*)_{(k+1) \times 1} = \left(\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}^*)}{\partial \theta}, \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}^*)}{\partial \beta_0}, \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}^*)}{\partial \beta_1}, \dots, \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}^*)}{\partial \beta_k} \right)_{\boldsymbol{\beta} = \boldsymbol{\beta}_{(m)}}$$

dengan k adalah banyaknya parameter yang diestimasi.

3. Membentuk matriks Hessian H yang simetris

$$H(\boldsymbol{\beta}_{(m)}^*)_{(k+1) \times 1} = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta}^*)}{\partial \theta^2} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta}^*)}{\partial \theta \partial \beta} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta}^*)}{\partial \theta \partial \beta} \\ & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta}^*)}{\partial \beta^T \partial \beta} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta}^*)}{\partial \theta \partial \beta} \\ & & \ddots & \vdots \\ & & & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta}^*)}{\partial \beta^T \partial \beta} \end{pmatrix}_{\boldsymbol{\beta} = \boldsymbol{\beta}_{(m)}}$$

matriks Hessian ini disebut juga matriks informasi.

4. Substitusi nilai $\boldsymbol{\beta}_{(0)}^*$ ke elemen-elemen vektor g dan matriks

H sehingga diperoleh vektor $\mathbf{g}_{(0)}$ dan matriks $H_{(0)}$.

5. Melakukan iterasi mulai dari $m = 0$ pada persamaan

$$\boldsymbol{\beta}_{(m+1)}^* = \boldsymbol{\beta}_{(m)}^* - H^{-1}(\boldsymbol{\beta}_{(m)}^*) \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(m)}^*)$$

Nilai $\boldsymbol{\beta}_{(t)}^*$ merupakan nilai taksiran parameter yang konvergen pada saat iterasi ke- m .

6. Jika belum mencapai estimasi parameter yang konvergen, maka pada langkah ke-2 dilakukan kembali sampai mencapai konvergen. Estimasi parameter yang konvergen diperoleh jika nilai dari $\|\boldsymbol{\beta}_{(m+1)}^* - \boldsymbol{\beta}_{(m)}^*\| < \varepsilon$, dimana ε lebih

besar dari nol dan sangat kecil.

Pengujian signifikansi parameter model GWGPR terdiri dari uji serentak dan parsial. Uji signifikansi serentak menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_p(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0, j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$G^2 = -2 \ln \left(\frac{L(\omega)}{L(\Omega)} \right) = 2 \ln \left(L(\Omega) - L(\omega) \right) \quad (2.20)$$

Tolak H_0 jika nilai dari $G^2_{hitung} > \chi^2_{(\alpha, k)}$ yang artinya minimal terdapat satu parameter dalam model GWGPR yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Pengujian secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel respon pada tiap lokasi dengan hipotesis adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$Z = \frac{\beta_j(u_i, v_i)}{se(\beta_j(u_i, v_i))} \quad (2.21)$$

Tolak H_0 jika nilai dari $|Z| > Z_{\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$ yang artinya parameter tersebut

berpengaruh signifikan terhadap variabel respon di tiap lokasi dalam model GWGPR.

2.10 Regresi Binomial Negatif

Regresi binomial negatif merupakan salah satu solusi untuk mengatasi adanya kasus overdispersi. Model regresi binomial negatif memiliki fungsi massa peluang sebagai berikut (Greene, 2008).

$$f(y, \mu, \theta) = \frac{\Gamma(y + \theta^{-1})}{\Gamma(\theta^{-1})\Gamma(y + 1)} \left(\frac{1}{1 + \theta\mu} \right)^{\theta^{-1}} \left(\frac{\theta\mu}{1 + \theta\mu} \right)^y, y = 0, 1, 2, \dots \quad (2.22)$$

Model binomial negatif merupakan paduan antara distribusi Poisson dan Gamma. Berikut ini merupakan model regresi binomial negatif.

$$\mu_i = \exp(\beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)x_{i1} + \dots + \beta_p(u_i, v_i)x_{ip}) \quad (2.23)$$

Fungsi peluang dari distribusi binomial negatif adalah.

$$f(y, \mu, \theta) = \exp \left\{ \ln \left(\frac{\Gamma(y + \theta^{-1})}{\Gamma(\theta^{-1})\Gamma(y+1)} \right) + \frac{1}{\theta} \ln \left(\frac{1}{1 + \theta\mu} \right) + y \ln \left(\frac{\theta\mu}{1 + \theta\mu} \right) \right\} \quad (2.24)$$

Pendugaan parameter model regresi binomial negatif menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Kemudian untuk mendapatkan nilai dari parameternya digunakan iterasi Newton Raphson. Fungsi *likelihood* dari regresi binomial negatif adalah sebagai berikut.

$$L(\boldsymbol{\beta}, \theta) = \prod_{j=1}^n \left\{ \frac{\Gamma(y_j + \theta^{-1})}{\Gamma(\theta^{-1})\Gamma(y_j + 1)} \left(\frac{1}{1 + \theta\mu_j} \right)^{\theta^{-1}} \left(\frac{\theta\mu_j}{1 + \theta\mu_j} \right)^{y_j} \right\} \quad (2.25)$$

Bentuk log-likelihoodnya adalah.

$$\begin{aligned} \ln(L(\boldsymbol{\beta}, \theta)) &= \sum_{j=1}^n \left\{ \ln \left(\frac{\Gamma(y_j + \theta^{-1})}{\Gamma(\theta^{-1})\Gamma(y_j + 1)} \right) + \theta^{-1} \ln \left(\frac{1}{1 + \theta\mu_j} \right) + y_j \ln \left(\frac{\theta\mu_j}{1 + \theta\mu_j} \right) \right\} \\ &= \sum_{j=1}^n \left\{ \ln \left(\frac{\Gamma(y_j + \theta^{-1})}{\Gamma(\theta^{-1})\Gamma(y_j + 1)} \right) + y_j \ln(\theta\mu_j) - (y_j + \theta^{-1}) \ln(1 + \theta\mu_j) \right\} \end{aligned} \quad (2.26)$$

2.11 Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)

Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR) merupakan salah satu metode yang cukup efektif menduga data yang memiliki heterogenitas spasial untuk data count yang over dispersi. Model GWNBR merupakan pengembangan dari model regresi binomial negatif. Model GWNBR menghasilkan parameter lokal dengan masing-masing lokasi akan memiliki parameter yang berbeda-beda. Model GWNBR dapat dirumuskan sebagai berikut (Ricardo & Carvalho, 2013)

$$y_i \sim NB \left[\exp \left(\sum_{j=0}^n \beta_j(u_i, v_i) x_{ik} \right), \theta(u_i, v_i) \right], i=1, 2, \dots, n \quad (2.27)$$

dimana,

y_i : nilai observasi respon ke- i

x_{ik} : nilai observasi variabel prediktor ke- k pada pengamatan lokasi (u_i, v_i)

$\beta_j(u_i, v_i)$: koefisien regresi variabel prediktor ke- j untuk setiap lokasi (u_i, v_i)

$\theta(u_i, v_i)$: parameter disperse untuk setiap lokasi (u_i, v_i)

Fungsi distribusi Binomial Negatif untuk setiap lokasi dapat ditulis dalam bentuk persamaan sebagai berikut.

$$f(y_i | \beta_j(u_i, v_i), \theta_i) = \frac{\Gamma(y_i + \frac{1}{\theta_i})}{\Gamma(\frac{1}{\theta_i}) \Gamma(y_i + 1)} \left(\frac{1}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{\frac{1}{\theta_i}} \left(\frac{\theta_i \mu_i}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{y_i}, y_i = 0, 1, 2, \dots \quad (2.28)$$

dimana, $\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))$

$$\theta_i = \theta(u_i, v_i)$$

Estimasi model GWNBR menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Langkah awal dari metode *Likelihood* adalah membentuk fungsi *Likelihood* sebagai berikut.

$$L(\beta(u_i, v_i), \theta_i, i=1, 2, \dots, n) = \prod_{i=1}^n \left(\prod_{r=0}^{y_i-1} \left(r + \frac{1}{\theta_i} \right) \right) \frac{1}{y_i!} \left(\frac{1}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{\frac{1}{\theta_i}} \left(\frac{\theta_i \mu_i}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{y_i} \quad (2.29)$$

Pengujian signifikansi parameter model GWNBR terdiri dari uji serentak dan parsial. Uji signifikansi serentak menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT).

2.12 Kriteria Keباikan Model

Salah satu tujuan dalam analisis regresi adalah untuk mendapatkan model terbaik. Model terbaik adalah model yang mampu menjelaskan hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon berdasarkan kriteria tertentu. Kriteria yang sering digunakan dalam pemilihan model terbaik adalah *R-Square* (R^2) dan AIC. Nilai R^2 diperoleh dari persamaan berikut.

$$R^2 = \left(\frac{SSR}{SST} \right) \times 100\% \quad (2.30)$$

dengan $SSR = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ dan $SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$

Jika nilai R^2 semakin besar maka model yang didapatkan semakin baik (Draper & Smith, 1996).

Akaike Information Criterion (AIC) adalah kriteria kesesuaian model dalam menduga model secara statistik. Kriteria AIC digunakan apabila pemodelan regresi bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap model. Besarnya nilai AIC sejalan dengan nilai devians dari model. Semakin kecil nilai devians maka akan semakin kecil pula tingkat kesalahan yang dihasilkan model sehingga model yang diperoleh menjadi semakin tepat. Nilai devians akan semakin kecil apabila rasio antara fungsi *likelihood* di bawah H_0 dengan fungsi *likelihood* di bawah populasi semakin besar. Hal ini mengindikasikan bahwa parameter yang diuji semakin mendekati nilai parameter populasi yang sebenarnya yang berarti dugaan model semakin baik. Oleh karena itu, model terbaik adalah model dengan AIC terkecil dan dengan devians terkecil pula. Nilai AIC dirumuskan sebagai berikut.

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\beta}) + 2k \quad (2.31)$$

dimana $L(\hat{\beta})$ adalah *likelihood* dari masing-masing model yang dihitung, meliputi *likelihood* dari model GWGPR dan GWNBR, sedangkan k adalah jumlah parameter dalam model.

2.13 Tuberkulosis

Tuberkulosis adalah suatu penyakit infeksi yang disebabkan bakteri berbentuk batang (basil) yang dikenal dengan nama *Mycrobacterium Tuberculosis*. Penularan penyakit ini melalui perantaraan ludah atau dahak penderita yang mengandung basil tuberkulosis paru. Pada waktu penderita batuk butir-butir air ludah beterbangan diudara dan terhisap oleh orang yang sehat dan masuk kedalam parunya yang kemudian menyebabkan penyakit tuberkulosis paru.

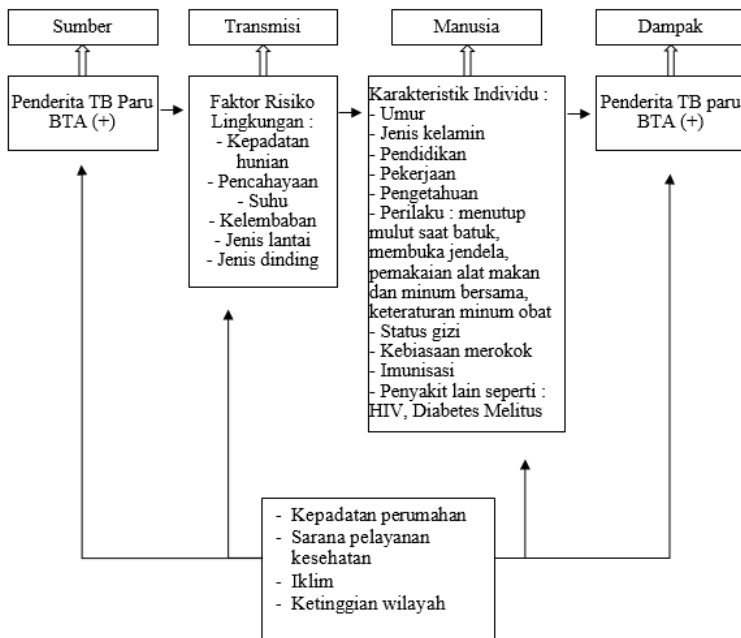
Faktor risiko yang berperan dalam kejadian penyakit tuberkulosis adalah faktor karakteristik individu dan faktor risiko lingkungan (Suarni, 2009).

1. Faktor karakteristik individu

Faktor karekteritik individu yang menjadi faktor risiko terhadap kejadian tuberkulosis adalah faktor umur, jenis kelamin, tingkat pendidikan, pekerjaan, kebiasaan merokok, status gizi, kondisi sosial ekonomi, dan perilaku.

2. Faktor risiko lingkungan

Beberapa faktor lingkungan yang menjadi faktor risiko terhadap kejadian tuberkulosis adalah kepadatan hunian, pencahayaan, ventilasi, kondisi rumah, kelembaban udara, suhu, dan ketinggian wilayah.



Sumber : Suarni, 2009

Gambar 2.1 Kerangka Teori

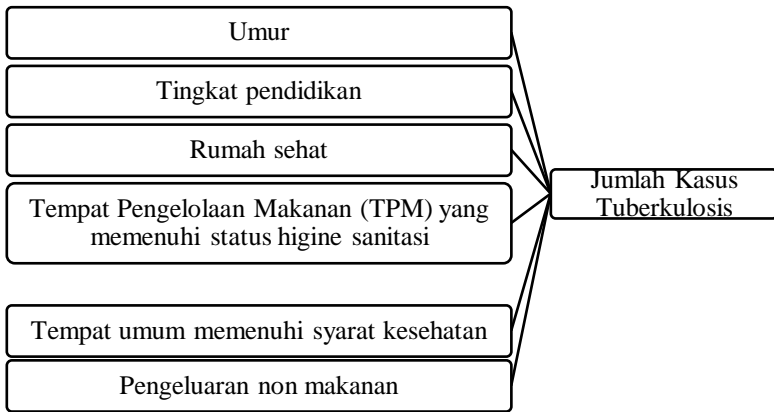
2.14 Kerangka Konseptual

Variabel terikat adalah jumlah kasus tuberkulosis. Sedangkan variabel bebasnya ada delapan, yaitu (1) umur, (2) tingkat pendidikan, (3) penyakit HIV, (4) rumah sehat, (5) Tempat Pengelola Makanan (TPM) yang memenuhi status *higine* sanitasi, (6) tempat umum memenuhi syarat kesehatan, (7) ketinggian wilayah, dan (8) sarana pelayanan kesehatan. Semakin banyak jumlah penduduk yang berada pada rentang usia 50-64 tahun maka semakin besar pula jumlah kasus tuberkulosis. Dengan demikian faktor usia memiliki hubungan yang positif terhadap jumlah kasus tuberkulosis.

Tingkat pendidikan seseorang akan mempengaruhi pengetahuan diantaranya tentang rumah yang memenuhi syarat kesehatan dan pengetahuan tentang penyakit tuberkulosis. Sehingga dengan pengetahuan yang cukup maka seseorang akan mencoba untuk mempunyai perilaku hidup bersih dan sehat. Dengan demikian faktor tingkat pendidikan akan memberikan hubungan yang berlawanan arah dengan jumlah kasus tuberkulosis.

Rumah sehat akan memberikan hubungan yang berlawanan arah dengan jumlah kasus tuberkulosis. Semakin banyak rumah sehat di suatu daerah maka jumlah kasus tuberkulosis di daerah tersebut akan semakin sedikit. Tempat Pengelolaan Makanan (TPM) yang memenuhi status *higine* sanitasi dan tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan akan memiliki hubungan yang berlawanan arah dengan jumlah kasus tuberkulosis.

Pengeluaran non makanan mengindikasikan bahwa seseorang telah mampu untuk memenuhi kebutuhan makanannya. Semakin tinggi pengeluaran non makanan menandakan bahwa ekonominya sudah baik (bukan termasuk masyarakat miskin). Sedangkan mayoritas penderita tuberkulosis adalah masyarakat miskin. Sehingga pengeluaran non makanan akan memberikan hubungan yang berlawanan arah dengan jumlah kasus tuberkulosis.



Gambar 2.2 Kerangka Konseptual

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder pada tahun 2015 yang diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) yaitu Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Timur dan data kesehatan dari Dinas Kesehatan yaitu Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur. Unit observasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 38 Kabupaten/Kota di Jawa Timur.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y	Jumlah kasus tuberkulosis
X ₁	Persentase penduduk usia produktif (50-64 tahun)
X ₂	Presentase tingkat pendidikan yang ditamatkan adalah SMA sederajat
X ₃	Presentase rumah sehat
X ₄	Presentase tempat pengelolaan makanan (TPM) yang memenuhi status <i>higine</i> sanitasi
X ₅	Presentase tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan
X ₆	Persentase pengeluaran non makanan

Penjelasan untuk masing-masing variabel dan dasar penentuan variabel prediktor adalah sebagai berikut

1. Jumlah kasus tuberkulosis menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur (Y) merupakan jumlah keseluruhan kasus tuberkulosis.
2. Presentase penduduk usia 50-64 tahun (X₁) didapatkan dari jumlah penduduk usia 50-64 tahun dibagi dengan jumlah total penduduk. Sebagian besar usia penderita penyakit tuberkulosis adalah pada rentang 50-64 tahun. Usia ini termasuk dalam kategori usia produktif.

3. Presentase tingkat pendidikan yang ditamatkan adalah SMA sederajat (X_2) didapatkan dari jumlah penduduk yang tamat SMA sederajat dibagi dengan jumlah total pendidikan yang ditamatkan. Tamat sekolah adalah telah menyelesaikan pelajaran yang ditandai dengan lulus ujian akhir pada kelas atau tingkat terakhir pada suatu jenjang pendidikan formal baik negeri maupun swasta dengan mendapatkan tanda tamat belajar/ijazah. Seseorang yang belum mengikuti pelajaran pada kelas tertinggi tetapi sudah mengikuti ujian akhir dan lulus, dianggap tamat sekolah (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, 2015). Pendidikan tertinggi yang ditamatkan (ijazah tertinggi yang dimiliki) merupakan indikator pokok kualitas SDM, karena semakin tinggi ijazah yang dimiliki oleh penduduk suatu daerah mencerminkan kualitas penduduk di daerah tersebut.
4. Persentase rumah sehat (X_3) didapatkan dari jumlah rumah sehat dibagi dengan jumlah rumah yang dipantau. Rumah Sehat adalah bangunan rumah tinggal yang memenuhi syarat kesehatan yaitu memiliki jamban sehat, tempat pembuangan sampah, sarana air bersih, sarana pembuangan air limbah, ventilasi baik, kepadatan hunian rumah sesuai dan lantai rumah (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2015).
5. Persentase tempat pengelolaan makanan (TPM) yang memenuhi status *higine* sanitasi (X_4) didapatkan dari jumlah TPM yang memenuhi status *higine* sanitasi dibagi dengan jumlah TPM yang dipantau. Tempat pengelolaan makanan (TPM) menurut status *higine* sanitasi mencakup jasa boga, rumah makan/restoran, depot air minum, dan makanan jajanan (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2015).
6. Persentase tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan (X_5) didapatkan dari jumlah tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan dibagi dengan jumlah tempat umum yang dipantau. Tempat umum yang dimaksud mencakup sarana pendidikan (SD, SLTP, dan SLTA), sarana kesehatan (puskesmas dan rumah sakit umum), dan hotel (bintang dan non bintang) (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2015).

7. Persentase pengeluaran non makanan (X_6) didapatkan dari pengeluaran perkapita untuk non makanan dibagi dengan jumlah pengeluaran dalam satu bulan. Pengeluaran non makanan adalah nilai pengeluaran untuk konsumsi barang bukan makanan selama 1 bulan yang lalu, 2 bulan yang lalu, dan 3 bulan yang lalu, baik dari pembelian, produksi sendiri maupun dari pemberian/pembagian (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, 2015).

3.3 Struktur Data

Struktur data yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Struktur Data

Kabupaten/Kota			Y_1	X_1	X_2	...	X_6
u	v						
1	u_1	v_1	$Y_{1.1}$	$X_{1.1}$	$X_{1.2}$...	$X_{1.6}$
2	u_2	v_2	$Y_{2.1}$	$X_{2.1}$	$X_{2.2}$...	$X_{2.6}$
3	u_3	v_3	$Y_{3.1}$	$X_{3.1}$	$X_{3.2}$...	$X_{3.6}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
38	u_{38}	v_{38}	$Y_{38.1}$	$X_{38.1}$	$X_{38.2}$...	$X_{38.6}$

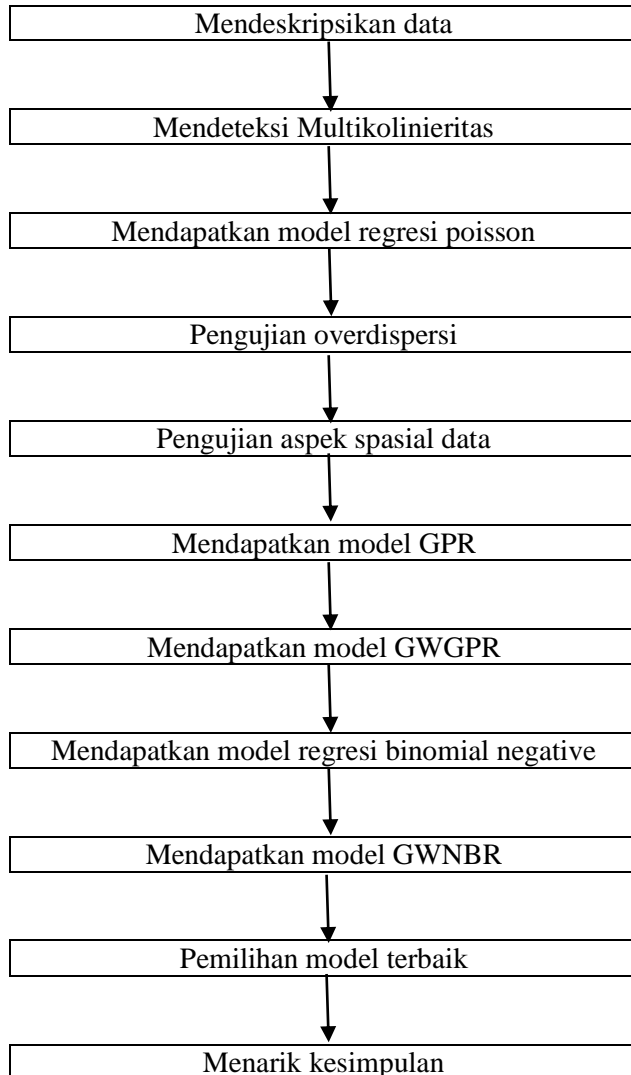
3.4 Langkah Analisis

Berikut merupakan langkah-langkah untuk analisis faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus tuberkulosis di Provinsi Jawa Tengah.

1. Mendeskripsikan gambaran umum dari data jumlah kasus tuberkulosis serta variabel-variabel yang diduga mempengaruhi.
2. Mendeteksi adanya multikolineritas dengan menggunakan persamaan (2.1).
3. Melakukan pemodelan regresi Poisson.
4. Melakukan pengujian overdispersi menggunakan persamaan (2.8).
5. Melakukan pengujian aspek data spasial. Uji Moran's I (persamaan 2.9) untuk dependensi spasial data dan Breusch-Pagan (persamaan 2.10) untuk heterogenitas spasial data.
6. Melakukan pemodelan dengan *Generalized Poisson Regression* (GPR).

7. Mendapatkan model *Geographically Weighted Generalized Poisson Regression* (GWGPR) dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a. Pengujian signifikansi parameter secara serentak
 - b. Pengujian signifikansi parameter secara parsial
 - c. Interpretasi model dan membentuk peta pengelompokan.
8. Mendapatkan model *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR) dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a. Pengujian signifikansi parameter secara serentak
 - b. Pengujian signifikansi parameter secara parsial
 - c. Interpretasi model dan membentuk peta pengelompokan.
9. Membandingkan model GWGPR dengan GWNBR dengan menggunakan R^2 , MSE, dan AIC.
10. Menarik kesimpulan

Adapun diagram alir untuk langkah-langkah penelitian ini disajikan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir penelitian

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

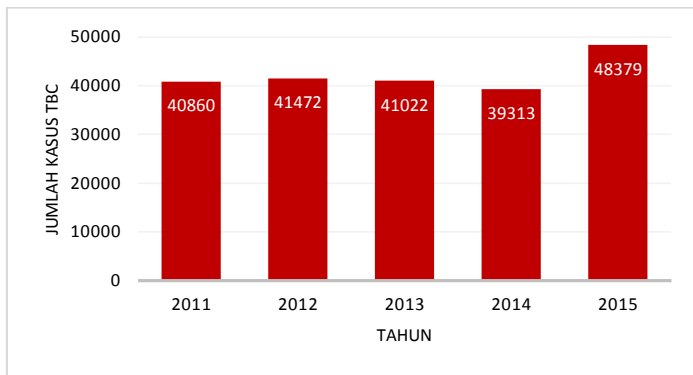
BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas beberapa hal untuk menjawab rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu mengenai karakteristik jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur pada tahun 2015 menggunakan analisis deskriptif, pemodelan menggunakan metode GWGPR dan GWNBR, serta perbandingan kedua metode tersebut. Bagian awal akan disajikan tentang deskripsi penyebaran jumlah kasus tuberkulosis dan karakteristik faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya.

4.1 Karakteristik Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur Tahun 2015

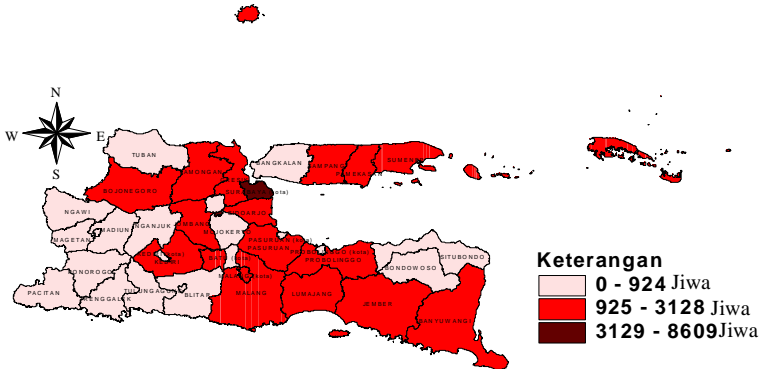
Jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur menempati peringkat kedua tertinggi di Indonesia setelah Jawa Barat. Setelah mengalami kecenderungan menurun selama tahun 2011 hingga 2014, jumlah kasus tuberkulosis kembali meningkat pada tahun 2015. Hal ini dapat dilihat dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Perkembangan Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur

Berikut ini terdapat gambaran awal tentang jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur dengan menggunakan peta tematik. Metode yang digunakan dalam pembuatan peta tematik adalah metode *Natural Breaks* yang terbagi dalam 3 kelompok yaitu

rendah, sedang, dan tinggi. Metode *Natural Breaks* digunakan karena data jumlah kasus tuberkulosis di setiap kabupaten/kota memiliki nilai yang tidak merata. Persebaran jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur pada tahun 2015 disajikan dalam Gambar 4.2.



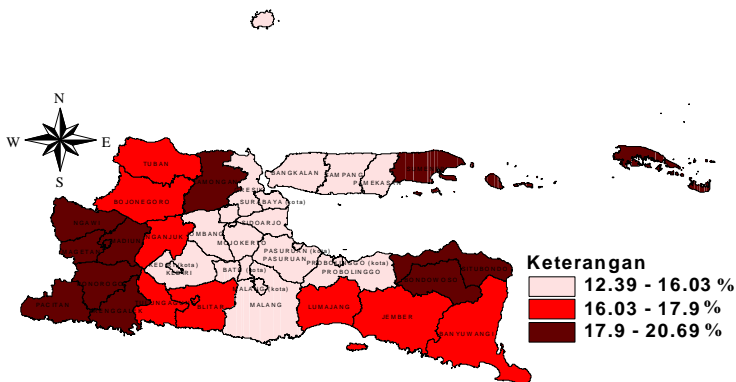
Gambar 4.2. Persebaran Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa daerah yang memiliki jumlah kasus tuberkulosis rendah sebanyak 20 kabupaten/kota yang digambarkan dengan warna merah muda. Pada kelompok sedang terdapat 16 kabupaten/kota digambarkan dengan warna merah. Sedangkan kelompok tinggi terdapat dua kota, yaitu Kota Mojokerto dan Kota Surabaya yang digambarkan dengan warna merah tua.

Pada tahun 2015 jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur mencapai 48.379 kasus dengan rata-rata sebanyak 1273 kasus. Kota Mojokerto memiliki jumlah kasus tuberkulosis paling banyak dengan jumlah 8.609 kasus. Sedangkan Kabupaten Blitar dan Kota Pasuruan memiliki jumlah kasus tuberkulosis paling sedikit yaitu nol atau tidak ada kasus tuberkulosis di kedua daerah tersebut pada tahun 2015. Jumlah kasus tuberkulosis memiliki standar deviasi yang besar yaitu 1.522 karena terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah kasus tuberkulosis tiap kabupaten/kota.

4.1.1 Presentase Penduduk Usia 50-64 Tahun

Penduduk usia 50-64 tahun merupakan penduduk yang termasuk kategori usia produktif. Semakin besar jumlah penduduk yang berada di usia ini maka diperkirakan akan semakin banyak pula jumlah kasus tuberkulosis. Rata-rata penduduk yang berusia 50-64 tahun di Jawa Timur pada tahun 2015 mencapai 16,38% dengan standar deviasi 2,11%. Persebaran penduduk usia 50-64 tahun di Jawa Timur dipetakan menggunakan metode *Natural Breaks* yang terbagi dalam 3 kelompok seperti dalam Gambar 4.3.



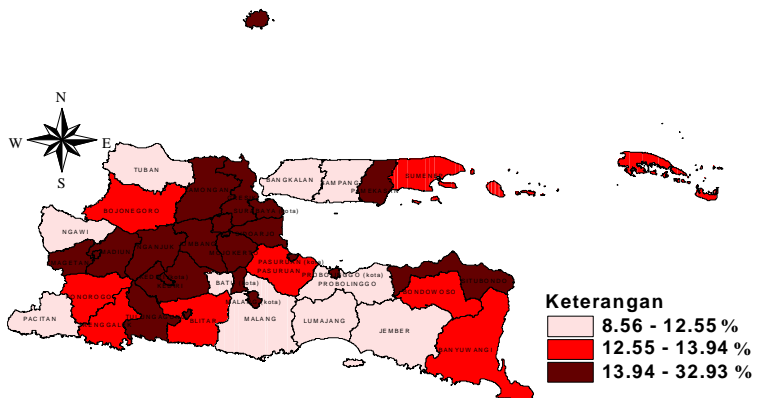
Gambar 4.3. Persebaran Penduduk Usia 50-64 Tahun di Jawa Timur

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa persentase terbesar dari penduduk yang berusia 50-64 tahun berada di sisi barat dan timur provinsi Jawa Timur.

4.1.2 Presentase Penduduk Tamat SMA Sederajat

Penduduk tamat SMA sederajat dapat menggambarkan kualitas pendidikan di suatu daerah. Semakin banyak jumlah penduduk yang menamatkan pendidikan pada tingkat SMA sederajat maka kualitas pendidikan diharapkan akan semakin baik karena telah banyak yang memenuhi wajib belajar 12 tahun. Hal ini juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah kasus tuberkulosis. Kualitas pendidikan yang baik akan menambah

pengetahuan seseorang terhadap suatu penyakit dan cara-cara pencegahannya. Sehingga akan dapat menekan pertumbuhan suatu penyakit. Persebaran penduduk yang tamat SMA sederajat di Jawa Timur pada tahun 2015 disajikan dalam Gambar 4.4.

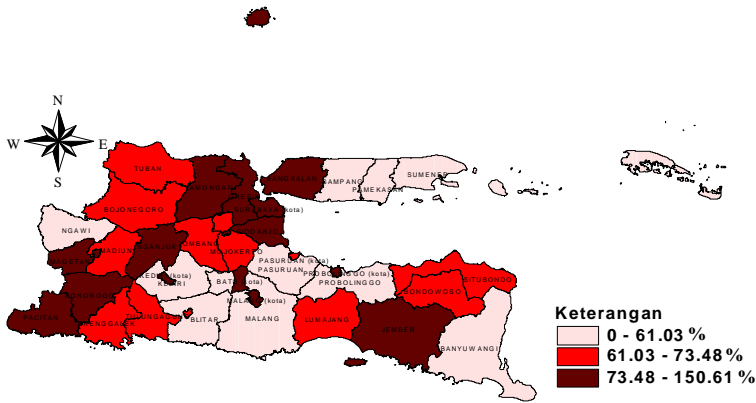


Gambar 4.4. Persebaran Penduduk Tamat SMA Sederajat di Jawa Timur

Pada tahun 2015 rata-rata penduduk yang tamat SMA sederajat di Jawa Timur adalah sebanyak 17,08% dengan standar deviasi 6,44%. Kabupaten magetan memiliki persentase penduduk yang tamat SMA sederajat paling tinggi yaitu 20,69%. Sedangkan Kabupaten Sidoarjo memiliki persentase paling rendah yaitu 12,39%.

4.1.3 Presentase Rumah Sehat

Rumah sehat mencerminkan lingkungan yang sehat pula. Hal ini sangat penting karena ketika salah satu anggota terkena penyakit dan berada di lingkungan rumah yang tidak sehat, maka penyakit tersebut akan sangat rentan untuk menular ke anggota keluarga yang lain. Sehingga semakin banyaknya rumah sehat maka diharapkan jumlah kasus tuberkulosis akan semakin menurun. Persebaran rumah sehat di Jawa Timur pada tahun 2015 disajikan dalam Gambar 4.5.

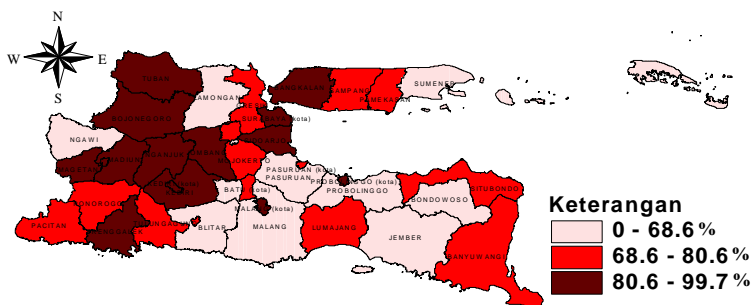


Gambar 4.5. Persebaran Rumah Sehat di Jawa Timur

Pada tahun 2015 rata-rata rumah sehat di Jawa Timur mencapai 66,23% dengan nilai standar deviasinya 27,08%. Kabupaten Jember memiliki persentase rumah sehat yang paling tinggi yaitu mencapai 150,61%. Sedangkan Kabupaten Blitar memiliki persentase rumah sehat paling sedikit yaitu 0%.

4.1.4 Presentase Tempat Pengelolaan Makanan (TPM) yang memenuhi status *higine* sanitasi

Tempat Pengelolaan Makanan (TPM) yang memenuhi status *higine* sanitasi merupakan salah satu indikator kesehatan di luar ruangan. Sehingga TPM yang memenuhi status *higine* sanitasi diharapkan dapat mengurangi jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur. Persebaran TPM yang memenuhi status *higine* sanitasi di Jawa Timur disajikan dalam Gambar 4.6.

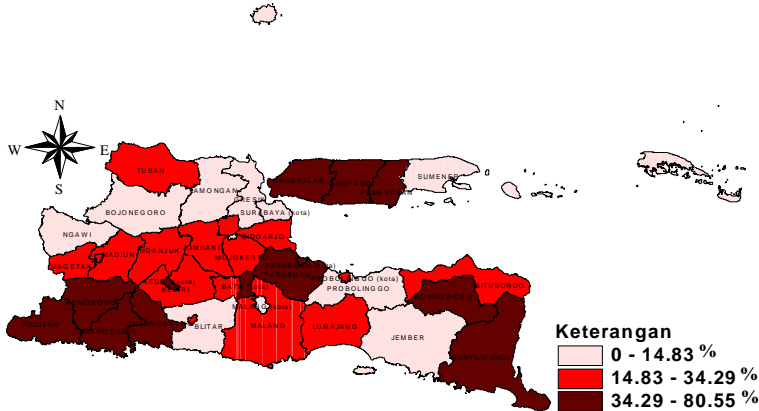


Gambar 4.6. Persebaran Tempat Pengelolaan Makanan (TPM) yang Memenuhi Status Higin Sanitasi di Jawa Timur

Pada tahun 2015 rata-rata TPM yang memenuhi status *higine* sanitasi adalah 78,89% dengan standar deviasi 18,03%. Kabupaten Trenggalek memiliki persentase TPM yang memenuhi status *higine* sanitasi paling tinggi yaitu mencapai 99,7%. Sedangkan Kota Mojokerto dan 3 kabupaten lainnya yaitu Ngawi, Probolinggo, dan Blitar memiliki persentase TPM yang memenuhi status *higine* sanitasi paling sedikit yaitu 0%.

4.1.5 Presentase Tempat Umum yang Memenuhi Syarat Kesehatan

Tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan juga merupakan salah satu indikator kesehatan lingkungan di luar rumah. Sehingga persentase tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan juga diharapkan dapat mengurangi jumlah kasus tuberkulosis yang teerjadi di Jawa Timur. Persebaran tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan di Jawa Timur disajikan dalam Gambar 4.7.

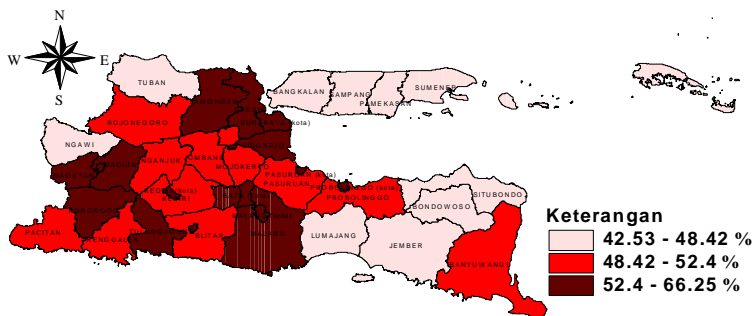


Gambar 4.7. Persebaran Tempat Umum yang Memenuhi Syarat Kesehatan di Jawa Timur

Pada tahun 2015 rata-rata tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan di Jawa Timur adalah 32,92% dengan standar deviasi 20,83%. Kabupaten Ponorogo memiliki persentase tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan paling tinggi yaitu mencapai 80,55%. Sedangkan Kota Mojokerto dan 5 kabupaten lainnya yaitu Ngawi, Probolinggo, Jember, Sumenep, dan Blitar memiliki persentase tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan paling sedikit yaitu 0%.

4.1.6 Persentase pengeluaran Non Makanan

Pengeluaran non makanan mengindikasikan bahwa seseorang telah mampu memenuhi kebutuhan pokok. Artinya kehidupan ekonomi orang tersebut telah membaik. Faktor perekonomian yang baik diharapkan dapat mengurangi jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur. Persebaran persentase pengeluaran non makanan di Jawa Timur disajikan dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Persebaran Pengeluaran Non Makanan di Jawa Timur

Pada tahun 2015 rata-rata pengeluaran non makanan di Jawa Timur adalah 52,49% dengan standar deviasi 5,97%. Kota Surabaya memiliki persentase tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan paling tinggi yaitu mencapai 66,25%. Sedangkan Kabupaten Bangkalan memiliki persentase tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan paling sedikit yaitu 42,53%.

4.2 Pemeriksaan Multikolinieritas

Pemeriksaan multikolinieritas dilakukan sebelum pembentukan model. Pengujian multikolinieritas dilakukan untuk memenuhi asumsi pada pemodelan dengan regresi, di mana antar variabel harus independen atau tidak ada hubungan antar variabel prediktor. Salah satu kriteria yang digunakan untuk mendeteksi adanya multikolinieritas adalah dengan nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) pada persamaan (2.1). Jika nilai $VIF > 10$ maka asumsi multiko-linearitas tidak terpenuhi, sehingga akan mengakibatkan taksiran parameter yang diperoleh menjadi bias. Nilai VIF pada setiap variabel prediktor ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai VIF dari Variabel Prediktor

Variabel	VIF
X_1	1,399
X_2	5,618
X_3	1,371
X_4	1,606
X_5	1,372
X_6	4,530

Tabel 4.1 menginformasikan bahwa semua variabel prediktor telah memenuhi asumsi non multikolinieritas karena nilai VIF dari setiap variabel prediktor < 10 . Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada variabel prediktor yang saling berkorelasi dengan variabel prediktor lainnya. Sehingga tujuh variabel prediktor dapat digunakan untuk pembentukan model regresi poisson, GPR, GWGPR, regresi binomial negative, dan GWNBR.

4.3 Regresi Poisson

Pada pemeriksaan kasus multikolinieritas diperoleh hasil bahwa tidak terdapat korelasi yang tinggi di antara semua variabel prediktor. Sehingga semua variabel prediktor dapat digunakan untuk pemodelan menggunakan regresi poisson. Hasil estimasi model regresi poisson ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai Estimasi Parameter Model Regresi Poisson

Parameter	Estimasi	SE	Z hitung
$\hat{\beta}_0$	8,99368	0,07256	123,944
$\hat{\beta}_1$	-0,13307	0,00306	-43,468
$\hat{\beta}_2$	0,01926	0,00173	11,161
$\hat{\beta}_3$	0,01163	0,00016	74,334
$\hat{\beta}_4$	-0,01578	0,00019	-83,498
$\hat{\beta}_5$	-0,00335	0,00028	-11,817
$\hat{\beta}_6$	0,00487	0,00165	2,949
Devians	43966		
AIC	23514		

Setelah didapatkan nilai estimasi parameter model regresi poisson maka selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara serentak dan parsial. Pengujian parameter model regresi poisson

secara serentak bertujuan untuk menguji apakah parameter model berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Nilai devians ditunjukkan oleh Tabel 4.2 sebesar 43966. Taraf signifikansi yang digunakan yaitu 5% ($\alpha = 5\%$), sehingga nilai $\chi^2_{(0.05;6)}$ sebesar 12,59159. Hal ini menunjukkan bahwa nilai devians lebih besar dari nilai $\chi^2_{(0.05;6)}$. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa tolak H_0 yang artinya minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Pengujian parameter secara parsial statistik uji $|Z_{hitung}|$ yang dibandingkan dengan $Z_{0.05/2} = 1,96$. Tabel menunjukkan bahwa semua variabel memiliki nilai $|Z_{hitung}| > 1,96$ sehingga tolak H_0 yang artinya semua variabel berpengaruh secara signifikan terhadap model regresi poisson. Sehingga persamaan model regresi poisson yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$\mu = \exp(8,99368 - 0,13307X_1 + 0,01926X_2 + 0,01163X_3 - 0,01578X_4 - 0,00335X_5 + 0,00487X_6)$$

4.4 Overdispersi

Salah satu asumsi yang harus dipenuhi dalam regresi poisson adalah kondisi ekuidispersi. Diketahui bahwa nilai residual devians sebesar 23188 dengan derajat bebasnya 31. Nilai hasil bagi antara residual devians dan derajat bebas pada penelitian ini adalah 748. Sehingga disimpulkan bahwa pada model regresi poisson untuk jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur terdapat kasus overdispersi.

4.5 Pengujian Aspek Data Spasial

Pengujian aspek data spasial dilakukan dengan dua pengujian, yaitu pengujian dependensi spasial dan heterogenitas spasial. Pengujian dependensi spasial dilakukan dengan menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : I = 0$ (tidak terdapat dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$ (terdapat dependensi spasial)

Didapatkan p-value sebesar 0,7815. Digunakan α sebesar 5% sehingga diperoleh kesimpulan gagal tolak H_0 atau tidak terdapat dependensi spasial. Artinya pengamatan suatu lokasi tidak bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan.

Selanjutnya pengujian heterogenitas spasial dengan menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_{38}^2 = \sigma^2$ (variansi antar lokasi sama)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2$ (variansi antar lokasi berbeda)

Didapatkan nilai statistik uji *Breusch-Pagan* sebesar 19,189 dan p-value sebesar 0,003857. Digunakan α sebesar 5% sehingga diperoleh kesimpulan tolak H_0 atau variansi antar lokasi berbeda. Artinya terdapat perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya.

4.6 Pemodelan Generalized Poisson Regression (GPR)

Model GPR digunakan apabila terjadi kasus *over/under* dispersi pada model regresi poisson. Overdispersi akan menyebabkan parameter yang dihasilkan menjadi tidak efisien. Hasil pemodelan regresi poisson diperoleh rasio nilai devians dengan derajat bebasnya lebih besar dari 1, yang artinya data jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur mengalami *over* dispersi, sehingga dilakukan analisis menggunakan metode GPR. Hasil estimasi model GPR disajikan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai Estimasi Parameter Model GPR

Parameter	Estimasi	Z hitung
$\hat{\beta}_0$	0,9982779	-45,7775
$\hat{\beta}_1$	-0,0001133	-25612,0600
$\hat{\beta}_2$	0,0000174	7,8807
$\hat{\beta}_3$	0,0000054	-148,1674
$\hat{\beta}_4$	-0,0000065	-48,0207

Tabel 4.3 Nilai Estimasi Parameter Model GPR (lanjutan)

Parameter	Estimasi	Z hitung
$\hat{\beta}_5$	-0,0000026	23,9052
$\hat{\beta}_6$	-0,0000153	0,2291
Devians	18,04182	
AIC	262,3264	

Nilai devians ditunjukkan oleh Tabel 4.3 sebesar 3812808, Taraf signifikansi yang digunakan yaitu 5% ($\alpha = 5\%$), sehingga nilai $\chi^2_{(0,05;6)}$ sebesar 12,59159. Hal ini menunjukkan bahwa nilai devians lebih besar dari nilai $\chi^2_{(0,05;7)}$. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa tolak H_0 yang artinya minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Pengujian parameter secara parsial dilakukan menggunakan statistik uji $|Z_{hitung}|$ yang dibandingkan dengan $Z_{0,05/2} = 1,96$. Tabel 4.3 menunjukkan bahwa ada satu variabel yang memiliki nilai $|Z_{hitung}| < 1,96$ yaitu X_6 . Keputusan untuk X_6 adalah gagal tolak H_0 yang artinya X_6 tidak berpengaruh secara signifikan terhadap model GPR. Sehingga persamaan model GPR yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$\mu = \exp(0,9983 - 0,0001133X_1 + 0,0000174X_2 + 0,0000054X_3 - 0,0000065X_4 - 0,0000026X_5 - 0,0000153X_6)$$

4.7 **Pemodelan *Geographically Weighted Generalized Poisson Regression* (GWGPR)**

Geographically Weighted Generalized Poisson Regression (GWGPR) merupakan pengembangan dari GPR, Model GWGPR menggunakan pembobot geografis pada penaksiran parameternya, Matriks pembobot didapatkan dengan menggunakan pembobot fungsi *Adaptive Bisquare Kernel*. Sehingga akan diperoleh parameter yang berbeda-beda untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Timur.

Pengujian serentak untuk model GWGPR menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_6(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0, j = 1, 2, \dots, 6$$

Nilai devians yang dihasilkan adalah sebesar 21,75748. Taraf signifikansi yang digunakan yaitu 5% ($\alpha = 5\%$), sehingga nilai $\chi^2_{(0,05;6)}$ sebesar 12,59159. Hal ini menunjukkan bahwa nilai devians lebih besar dari nilai $\chi^2_{(0,05;6)}$. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa tolak H_0 yang artinya minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap model regresi GWGPR.

Pengujian parsial untuk model GWGPR menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = 0$$

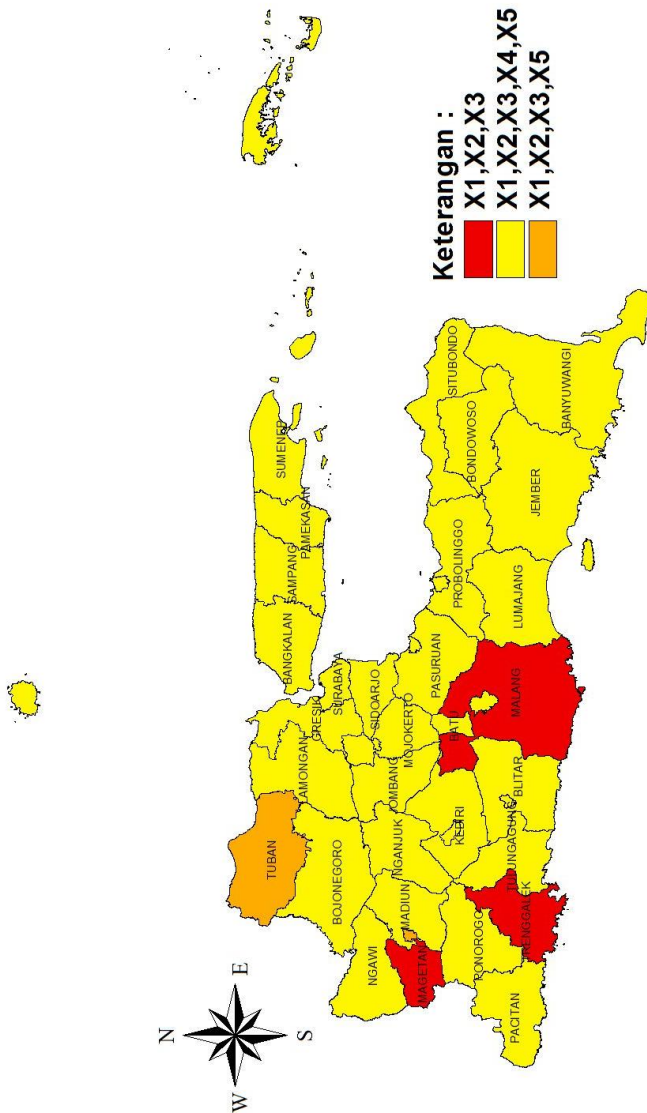
$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq 0$$

Hasil pengujian secara parsial menghasilkan parameter yang berbeda untuk setiap kabupaten/kota. Nilai $|Z_{hitung}|$ yang dibandingkan dengan $Z_{0,05/2} = 1,96$. Akan tolak H_0 jika nilai $|Z_{hitung}| > 1,96$. Variabel yang signifikan di setiap kabupaten/kota di Jawa Timur disajikan dalam Tabel 4.4

Tabel 4.4 Variabel Signifikan untuk Model GWGPR

Variabel Signifikan	Kabupaten/Kota	Jumlah
X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Pacitan, Ponorogo, Tulungagung, Blitar, Kediri, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Madiun, Ngawi, Bojonegoro, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Surabaya, Kota Batu	33
X_1, X_2, X_3, X_5	Trenggalek, Malang, Magetan	3
X_1, X_2, X_3, X_5	Tuban, Kota Madiun	2

Berdasarkan hasil pengujian parsial untuk pemodelan GWGPR didapatkan tiga pengelompokan seperti pada Tabel 4.4. Hasil pengelompokan menunjukkan bahwa terdapat tiga variabel yang berpengaruh signifikan untuk semua kabupaten/kota di Jawa Timur yaitu persentase penduduk usia 50-64 tahun (X_1), persentase penduduk tamat SMA sederajat (X_2), dan persentase rumah sehat (X_3). Sedangkan persentase pengeluaran (X_6) tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus tuberkulosis untuk semua kabupaten/kota di Jawa Timur. Persentase TPM dengan status *higine* sanitasi (X_4) hanya signifikan untuk kabupaten/kota yang termasuk dalam kelompok 1. Sedangkan persentase tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan (X_5) signifikan untuk kabupaten/kota yang termasuk dalam kelompok 1 dan 3. Pengelompokan wilayah kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan variabel yang signifikan disajikan dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Pengelompokan Kabupaten/ Kota di Jawa Timur Berdasarkan Variabel yang Signifikan dengan Metode GWPR

Sebagai contoh akan disajikan pengujian parameter pada lokasi penelitian ke-4 (u_4, v_4) yaitu Kabupaten Tulungagung dengan estimasi parameter ditampilkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai Estimasi Parameter Model GWGPR di Kabupaten Tulungagung

Parameter	Estimasi	Z hitung
$\hat{\beta}_0$	0,999	-13,101
$\hat{\beta}_1$	-0,000146	-10440,880
$\hat{\beta}_2$	-0,000017	4,169
$\hat{\beta}_3$	0,000001	60,039
$\hat{\beta}_4$	-0,000005	-2,890
$\hat{\beta}_5$	-0,000017	2,553
$\hat{\beta}_6$	0,000006	0,540
Devians	21,75748	
AIC	262,3264	

Nilai devians yang dihasilkan adalah sebesar 21,75748. Taraf signifikansi yang digunakan yaitu 5% ($\alpha = 5\%$), sehingga nilai $\chi^2_{(0,05;6)}$ sebesar 12,59159. Hal ini menunjukkan bahwa nilai devians lebih besar dari nilai $\chi^2_{(0,05;6)}$. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa tolak H_0 yang artinya minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap model regresi GWGPR di Kabupaten Tulungagung.

Pengujian parameter secara parsial dilakukan menggunakan statistik uji $|Z_{hitung}|$ yang dibandingkan dengan $Z_{0,05/2} = 1,96$, Tabel 4.7 menunjukkan bahwa ada satu variabel yang memiliki nilai $|Z_{hitung}| < 1,96$ yaitu pengeluaran non makanan (X_6). Sehingga X_6 tidak berpengaruh signifikan terhadap model rerresi di Kabupaten Tulungagung. Persamaan model GWGPR di Kabupaten Tulungagung sebagai berikut

$$\mu = \exp(0,999 - 0,000146X_1 - 0,000017X_2 + 0,000001X_3 - 0,000005X_4 - 0,000017X_5 + 0,000006X_6)$$

Berdasarkan model yang terbentuk diketahui bahwa persentase penduduk usia 50-64 tahun, persentase penduduk tamat SMA sederajat, persentase TPM yang memenuhi status *higine* sanitasi, dan persentase tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan berpengaruh negatif terhadap jumlah kasus tuberkulosis

di Jawa Timur. Sedangkan persentase rumah sehat dan persentase pengeluaran non makanan berpengaruh positif terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Kabupaten Tulungagung tahun 2015.

Berdasarkan model GWGPR di Kabupaten Tulungagung dapat diketahui bahwa setiap terjadi penambahan penduduk usia 50-64 tahun sebesar 1% maka akan mengurangi jumlah kasus tuberkulosis sebesar $\exp(-0,000146)=0,99985$ kali dengan asumsi variabel lain konstan. Jumlah penduduk tamat SMA sederajat yang meningkat 1% maka akan mengurangi jumlah kasus tuberkulosis sebesar $\exp(-0,000017)=0,99998$ kali dengan asumsi variabel lain konstan. Pertambahan jumlah rumah sehat sebesar 1% akan meningkatkan jumlah kasus tuberkulosis sebesar $\exp(0,000001)=1,000001$ kali dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap pertambahan TPM yang memenuhi status *higine* sanitasi sebesar 1% maka akan menurunkan jumlah kasus tuberkulosis sebesar $\exp(-0,000005)=0,99999$ kali dengan asumsi variabel lain konstan. Pertambahan tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan sebesar 1% akan menurunkan jumlah kasus tuberkulosis sebesar $\exp(-0,000017)=0,99998$ kali dengan asumsi variabel lain konstan.

4.8 Regresi Binomial Negatif

Regresi binomial negatif dapat juga digunakan untuk mengatasi kasus overdispersi yang terjadi pada regresi poisson, Semua variabel prediktor dalam penelitian akan digunakan untuk memodelkan jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur menggunakan regresi binomial negatif. Hasil estimasi model regresi binomial negatif ditunjukkan dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai Estimasi Parameter Model Regresi Binomial Negatif

Parameter	Estimasi	SE	Z hitung
$\hat{\beta}_0$	9,72078	2,40393	4,044
$\hat{\beta}_1$	-0,11569	0,09149	-1,265
$\hat{\beta}_2$	0,02558	0,06012	0,426
$\hat{\beta}_3$	0,00838	0,00706	1,187
$\hat{\beta}_4$	-0,01103	0,00766	-1,439
$\hat{\beta}_5$	-0,00308	0,00862	-0,358

Tabel 4.6 Nilai Estimasi Parameter Model Regresi Binomial Negatif (lanjutan)

Parameter	Estimasi	SE	Z hitung
$\hat{\beta}_6$	-0,01796	0,05819	-0,309
Devians	55,970		
AIC	625,06		

Pengujian parameter model regresi binomial negatif secara serentak menggunakan nilai devians ditunjukkan oleh Tabel 4.5 sebesar 55,970. Taraf signifikansi yang digunakan yaitu 5% ($\alpha = 5\%$), sehingga nilai $\chi^2_{(0,05;6)}$ sebesar 12,59159. Hal ini menunjukkan bahwa nilai devians lebih besar dari nilai $\chi^2_{(0,05;6)}$. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa tolak H_0 yang artinya minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Pengujian parameter secara parsial menggunakan statistik uji $|Z_{hitung}|$ yang dibandingkan dengan $Z_{0,05/2} = 1,96$. Tabel menunjukkan bahwa tidak ada variabel yang memiliki nilai $|Z_{hitung}| > 1,96$. Keputusan untuk keenam variabel tersebut adalah gagal tolak H_0 yang artinya enam variabel yang digunakan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap model regresi binomial negatif. Sehingga persamaan model regresi binomial negatif yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$\mu = \exp(9,72078 - 0,11569X_1 + 0,02558X_2 + 0,00838X_3 - 0,01103X_4 - 0,00308X_5 - 0,01796X_6)$$

4.9 Pemodelan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR)

Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR) merupakan pengembangan dari regresi binomial negative. Model GWNBR menggunakan pembobot geografis pada penaksiran parameternya. Matriks pembobot didapatkan dengan menggunakan pembobot fungsi *Adaptive Bisquare Kernel*. Sehingga akan diperoleh parameter yang berbeda-beda untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Pengujian serentak untuk model GWNBR menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_p(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0, j = 1, 2, \dots, k$$

Nilai devians yang dihasilkan adalah sebesar 55,76411. Taraf signifikansi yang digunakan yaitu 5% ($\alpha = 5\%$), sehingga nilai $\chi^2_{(0,05;6)}$ sebesar 12,59159. Hal ini menunjukkan bahwa nilai devians lebih besar dari nilai $\chi^2_{(0,05;6)}$. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa tolak H_0 yang artinya minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap model regresi GWNBR.

Pengujian parsial untuk model GWNBR menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = 0$$

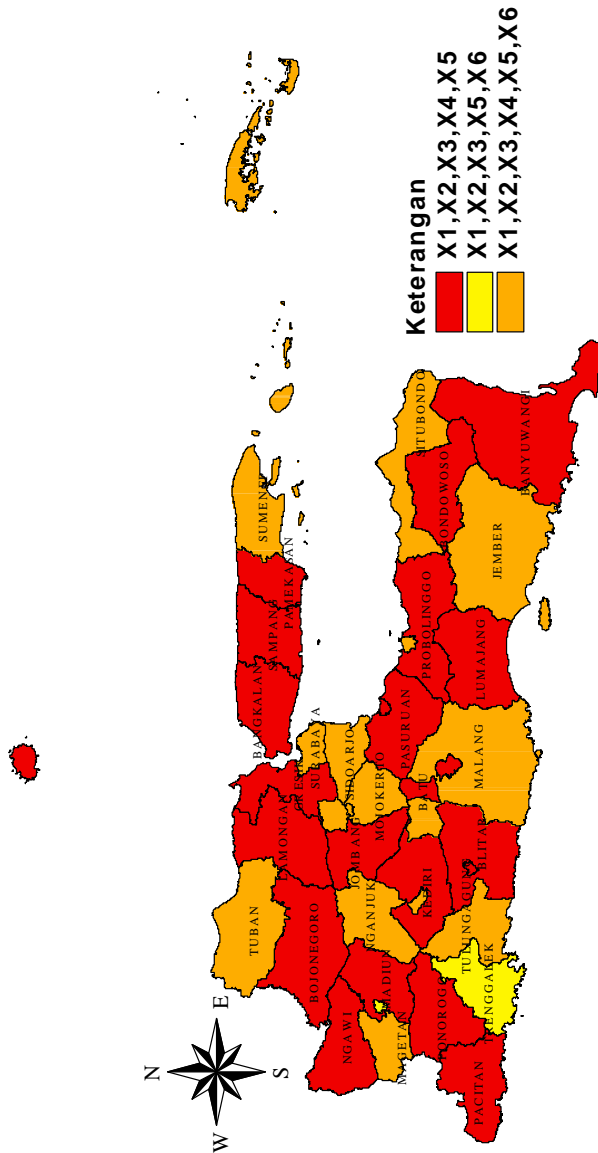
$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq 0$$

Hasil pengujian secara parsial menghasilkan parameter yang berbeda untuk setiap kabupaten/kota. Nilai $|Z_{hitung}|$ yang dibandingkan dengan $Z_{0.05/2} = 1,96$. Akan tolak H_0 jika nilai $|Z_{hitung}| > 1,96$. Variabel yang signifikan di setiap kabupaten/kota di Jawa Timur disajikan dalam Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan Variabel yang Signifikan

Variabel Signifikan	Kabupaten/Kota	Jumlah
X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Pacitan, Ponorogo, Blitar, Kediri, Lumajang, Banyuwangi, Bondowoso, Probolinggo, Pasuruan, Jombang, Madiun, Ngawi, Bojonegoro, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Pasuruan, Kota Batu	22
X_1, X_2, X_3, X_5, X_6	Trenggalek, Kota Madiun	2
$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$	Tulungagung, Malang, Jember, Situbondo, Sidoarjo, Mojokerto, Nganjuk, Magetan, Tuban, Sumenep, Kota Kediri, Kota Probolinggo, Kota Mojokerto, Kota Surabaya	14

Berdasarkan hasil pengujian parsial untuk pemodelan GWNBR didapatkan tiga pengelompokan seperti pada Tabel 4.7. Hasil pengelompokan menunjukkan bahwa terdapat empat variabel yang berpengaruh signifikan untuk semua kabupaten/kota di Jawa Timur yaitu persentase penduduk usia 50-64 tahun (X_1), persentase penduduk tamat SMA sederajat (X_2), persentase rumah sehat (X_3), dan persentase tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan (X_5). TPM dengan status *higine* sanitasi (X_4) berpengaruh signifikan untuk kabupaten/kota yang termasuk dalam kelompok 1 dan 3. Sedangkan persentase pengeluaran non makanan (X_6) berpengaruh signifikan untuk kabupaten/kota yang termasuk dalam kelompok 2 dan 3. Pengelompokan wilayah kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan variabel yang signifikan disajikan dalam Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Pengelompokan Kabupaten/ Kota di Jawa Timur Berdasarkan Variabel yang Signifikan dengan Metode GWNBR

Sebagai contoh akan disajikan pengujian parameter pada lokasi penelitian yang sama dengan contoh pemodelan metode GWGPR, menggunakan lokasi ke-4 (u_4, v_4) yaitu Kabupaten Tulungagung dengan estimasi parameter ditampilkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Nilai Estimasi Parameter Model GWNBR di Kabupaten Tulungagung

Parameter	Estimasi	Z hitung
$\hat{\beta}_0$	2.003463	-13.1571
$\hat{\beta}_1$	-0,000583	-21112.9
$\hat{\beta}_2$	-0,000068	16.78146
$\hat{\beta}_3$	0,000004	241.4053
$\hat{\beta}_4$	0,000019	-11.6687
$\hat{\beta}_5$	-0,000069	10.29083
$\hat{\beta}_6$	0,000022	2.175089
Devians	55,7641	
AIC	262,2764	

Nilai devians yang dihasilkan adalah sebesar 55,7641. Taraf signifikansi yang digunakan yaitu 5% ($\alpha = 5\%$), sehingga nilai $\chi^2_{(0,05;6)}$ sebesar 12,59159. Hal ini menunjukkan bahwa nilai devians lebih besar dari nilai $\chi^2_{(0,05;6)}$. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa tolak H_0 yang artinya minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap model regresi GWNBR di Kabupaten Tulungagung.

Pengujian parameter secara parsial dilakukan menggunakan statistik uji $|Z_{hitung}|$ yang dibandingkan dengan $Z_{0,05/2} = 1,96$, Tabel 4.7 menunjukkan bahwa semua variabel memiliki nilai $|Z_{hitung}| > 1,96$. Keputusan yang diambil adalah tolak H_0 yang artinya semua variabel berpengaruh secara signifikan terhadap model GWNBR di Kabupaten Tulungagung. Persamaan model GWNBR di Kabupaten Tulungagung sebagai berikut

$$\mu = \exp(2,003463 - 0,000583X_1 - 0,000068X_2 + 0,000004X_3 - 0,000019X_4 - 0,000069X_5 + 0,000022X_6)$$

Berdasarkan model yang terbentuk diketahui bahwa persentase penduduk usia 50-64 tahun, persentase penduduk tamat SMA sederajat, persentase TPM yang memenuhi status *higine*

sanitasi, dan persentase tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan berpengaruh negatif terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur. Sedangkan persentase rumah sehat dan persentase pengeluaran non makanan berpengaruh positif terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Kabupaten Tulungagung tahun 2015.

Berdasarkan model GWNBR di Kabupaten Tulungagung dapat diketahui bahwa setiap terjadi pertambahan penduduk usia 50-64 tahun sebesar 1% maka akan mengurangi jumlah kasus tuberkulosis sebesar $\exp(-0,000583)=0,9995$ kali dengan asumsi variabel lain konstan. Jumlah penduduk tamat SMA sederajat yang meningkat 1% maka akan mengurangi jumlah kasus tuberkulosis sebesar $\exp(-0,000068)=0,9999$ kali dengan asumsi variabel lain konstan. Pertambahan jumlah rumah sehat sebesar 1% akan meningkatkan jumlah kasus tuberkulosis sebesar $\exp(0,000004)=1,000004$ kali dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap pertambahan TPM yang memenuhi status *higine* sanitasi sebesar 1% maka akan menurunkan jumlah kasus tuberkulosis sebesar $\exp(-0,000019)=0,99998$ kali dengan asumsi variabel lain konstan. Pertambahan tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan sebesar 1% akan menurunkan jumlah kasus tuberkulosis sebesar $\exp(-0,000069)=0,99993$ kali dengan asumsi variabel lain konstan, Kenaikan pengeluaran non makanan sebesar 1% akan menaikkan jumlah kasus tuberkulosis sebesar $\exp(0,000022)=1,00002$ kali dengan asumsi variabel lain konstan.

4.10 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik didasarkan pada tiga nilai yaitu AIC dan R^2 . Model yang baik akan memiliki nilai AIC yang kecil dan nilai R^2 yang besar. Nilai AIC dan R^2 di setiap model regresi disajikan dalam Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Nilai AIC dan R^2		
Metode	AIC	R^2
GPR	262,3264	71,59
Regresi Binomial Negatif	625,06	71,89
GWGPR	262,3264	71,59
GWNBR	262,2764	71,07

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa nilai AIC dan R^2 yang dihasilkan oleh model GWGPR dan GWNBR tidak jauh berbeda.

Sehingga model GWGPR dan GWNBR sesuai untuk memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus tuberkulosis setiap kabupaten/kota di Jawa Timur.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan analisis yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Kota Mojokerto memiliki jumlah kasus tuberkulosis paling banyak dengan jumlah 8.609 kasus. Sedangkan Kabupaten Blitar dan Kota Pasuruan memiliki jumlah kasus tuberkulosis paling sedikit yaitu nol atau tidak ada kasus tuberkulosis di kedua daerah tersebut pada tahun 2015. Jumlah kasus tuberkulosis memiliki standar deviasi yang besar yaitu 1.522 karena terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah kasus tuberkulosis tiap kabupaten/kota.
2. Hasil pemodelan dengan metode GWGPR dan GWNBR terbentuk tiga kelompok kabupaten/kota menurut variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus tuberkulosis. Hasil pemodelan dengan GWNBR menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus tuberkulosis di semua kabupaten/kota di Jawa Timur adalah persentase penduduk usia 50-64 tahun, persentase penduduk tamat SMA sederajat, persentase rumah sehat, dan persentase tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan.
3. Kriteria AIC dan R^2 menunjukkan bahwa metode GWGPR dan GWNBR tidak jauh berbeda, sehingga kedua metode tersebut sesuai untuk memodelkan jumlah kasus tuberkulosis setiap kabupaten/kota di Jawa Timur.

5.2 Saran

Beberapa variabel yang signifikan berpengaruh terhadap jumlah kasus tuberkulosis telah dihasilkan untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Pengurangan rata-rata jumlah kasus tuberkulosis diharapkan bisa tercapai dengan mengimplementasikan pola hidup berdasarkan variabel yang berpengaruh signifikan di setiap kabupaten/kota. Untuk penelitian selanjutnya perlu adanya penambahan variabel prediktor yang memberikan pengaruh terhadap peningkatan jumlah kasus tuberkulosis di Jawa

Timur. Selain itu analisis juga perlu dilakukan dengan metode spasial yang lain, misalnya *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR). Pembobot yang digunakan berbeda-beda, misalnya menggunakan *fixed* kernel dan *adaptive* kernel yang lain agar bisa dibandingkan untuk memperoleh model terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis Second Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Badan Informasi Geospasial. (2017). Diambil kembali dari Badan Informasi Geospasial: <http://www.big.go.id/peta-tematik/>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2015). *Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Timur 2015*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1990). Regression-Based Test For Overdispersion In The Poisson Model. *Journal of Econometrics*, Vol. 46, No. 1, 347-346.
- Crisana, C. W. (2014). *Analisis Perbandingan Metode Klasifikasi Autocorrelation Based Regioclassification (ACRC) dan Non-ACRC untuk Data Spasial*. Bogor: FMIPA IPB.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2015). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Dinas Kesehatan Jawa Timur.
- Draper, N. R., & Smith, H. (1996). *Applied Regression Analysis* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Famoye, F., Wulu, J. T., & Singh, K. P. (2004). On The Generalizes Poisson Regression Model with an Application to Accident Data. *Journal of Data Science* 2, 287-295.
- Greene, W. (2008). *Functional Forms for The Negative Binomial Model for Count Data, Foundation, and Trends in Econometrics*. New York: New York University.
- Hiswani. (2009). *Tuberkulosis Merupakan Penyakit Infeksi yang Masih Menjadi Masalah Kesehatan Masyarakat*. Diambil kembali dari <http://library.usu.ac.id/download/fkm/fkm-hiswani6.pdf>
- Hocking, R. R. (1996). *Method and Applications of Linier Models*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Kementrian Kesehatan RI. (2011). *Strategi Nasional Pengendalian Tuberkulosis di Indonesia 2010-2014*. Jakarta: Kementrian

- Kesehatan RI Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan.
- Lestari, R. D. (2014). Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kasus Penyakit Tuberkulosis di Jawa Timur dengan Pendekatan Generalized Poisson Regression dan Geographically Weighted Poisson Regression. *Jurnal Sains dan Seni POMITS Vol.3, No.2*, 1.
- McCullagh, P., & Nelder, J. A. (1989). *Generalized Linear Model Second Edition*. London: Chapman & Hall.
- Osgood, D. W. (2000). Poisson-Based Regression Analysis of Aggregate Crime Rates. *Journal of Quantitative Criminology*, 21-43.
- Pratama, W. (2015). Pemetaan dan Pemodelan Jumlah Kasus Penyakit Tuberkulosis (TBC) di Provinsi Jawa Barat dengan Pendekatan Geographically Weighted Negative Binomial Regression. *Jurnal Sains dan Seni ITS Vol. 4, No. 1*, 2337-3520.
- Ricardo, A., & Carvalho, T. (2013). *Geographically Weighted Negative Binomial Regression-Incorporating Overdispersion*. Business Media New York: Springer Science.
- Suarni, H. (2009). *Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Kejadian Penderita Penyakit TB Paru BTA Positif di Kecamatan Pancoran Mas Kota Depok Bulan Oktober Tahun 2008 - April Tahun 2009*. Depok: FKM UI.
- Walpole, R. (1995). Pengantar Metode Statistika. Dalam *Edisi Ketiga, Alih Bahasa : Bambang Sumantri*. Jakarta: PT Gramedia Pusaka Utama.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur dan
Faktor yang Diduga Berpengaruh

Kabupaten/Kota	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
Kab. Pacitan	305	19,34	8,56	89,88	69,8	49,36	49,45
Kab. Ponorogo	613	19,67	13,87	77,88	70,4	80,55	54,54
Kab. Trenggalek	431	18,24	12,96	62,8	99,7	40,6	51,11
Kab. Tulungagung	846	16,8	15,45	68,58	69,9	38,52	52,43
Kab. Blitar	0	17,72	12,9	0	0	0	51,32
Kab. Kediri	1551	16,03	15,17	55,63	83,9	27,44	50,55
Kab. Malang	1143	15,98	12,51	45,6	68,6	33,47	54,66
Kab. Lumajang	1077	17,9	9,33	61,96	72,6	24,31	44,08
Kab. Jember	3128	16,64	12,3	150,61	50,8	0	48,42
Kab. Banyuwangi	1786	17,25	13,88	61,03	80,6	77,38	52,4
Kab. Bondowoso	607	18,26	12,59	65,3	64,9	62,13	46,65
Kab. Situbondo	913	18,12	13,99	62,65	76	18,28	46,34
Kab. Probolinggo	1068	15,98	12,43	21,1	0	0	49,21
Kab. Pasuruan	1822	14,05	13,51	43,43	58,2	76,98	49,37
Kab. Sidoarjo	2287	12,39	28,18	74,43	83,5	23,23	58,02
Kab. Mojokerto	722	14,85	18,41	68,84	77	22,9	51,02
Kab. Jombang	1145	15,25	16,4	72,34	88,5	27,69	50,2
Kab. Nganjuk	443	16,75	14,09	92,71	97,7	22,83	50,86
Kab. Madiun	924	19,72	14,61	73,48	91,1	18,13	52,53
Kab. Magetan	479	20,69	16,96	74,79	93,7	34,29	53,11
Kab. Ngawi	495	19,85	9,45	24,48	0	0	47,25
Kab. Bojonegoro	1138	17,18	13,63	70,31	94,4	5,39	49,07
Kab. Tuban	866	16,34	12,55	63,03	82	30,97	47,2
Kab. Lamongan	2086	17,97	18,39	77,59	66,3	40,3	53,11
Kab. Gresik	1528	13,68	28,2	85,53	73,2	6,25	54,02
Kab. Bangkalan	900	14,28	10,52	93,44	91	37,64	42,53
Kab. Sampang	1044	13,15	9,02	26,57	69,7	39,63	44,47
Kab. Pamekasan	1233	13,61	17,57	40,82	70,9	35,26	44,74
Kab. Sumenep	1666	17,93	13,94	4,87	52,1	0	45,73
Kota Kediri	273	15,41	26,86	87,45	86,8	58,32	62,27
Kota Blitar	270	16,19	20,64	69,41	74,7	25,09	59,81
Kota Malang	1366	14,44	27,64	79,41	98	11,02	60,79
Kota Probolinggo	329	14,57	22,97	78,9	80,8	18,81	59,06
Kota Pasuruan	0	13,79	22,82	66,43	75,3	34,52	57,43
Kota Mojokerto	8609	15,51	23,84	88,1	0	0	60,34
Kota Madiun	387	18,07	32,93	79,75	87,6	27,2	64,34
Kota Surabaya	4739	13,71	29,78	83,91	83,4	14,83	66,25
Kota Batu	160	15,01	20,32	73,67	73,2	56,03	60,02

Keterangan

- Y : Jumlah kasus tuberkulosis
 X1 : Persentase penduduk usia produktif (50-64 tahun)
 X2 : Presentase tingkat pendidikan yang ditamatkan adalah SMA sederajat
 X3 : Presentase rumah sehat
 X4 : Presentase tempat pengelolaan makanan (TPM) yang memenuhi status *higine* sanitasi
 X5 : Presentase tempat umum yang memenuhi syarat kesehatan
 X6 : Persentase pengeluaran non makanan

Lampiran 2. Koordinat Lintang dan Bujur

Kabupaten/Kota	u	v	Kabupaten/Kota	u	V
Kab. Pacitan	7,36	111,53	Kab. Magetan	7,57	112,92
Kab. Ponorogo	7,24	111,26	Kab. Ngawi	7,32	112,13
Kab. Trenggalek	7,12	113,15	Kab. Bojonegoro	8,03	111,53
Kab. Tulungagung	7	113,51	Kab. Tuban	7,1	113,28
Kab. Blitar	8,02	111,42	Kab. Lamongan	8,1	114,21
Kab. Kediri	8,16	113,32	Kab. Gresik	7,47	112,03
Kab. Malang	7,47	112,74	Kab. Bangkalan	8,11	111,06
Kab. Lumajang	7,54	113,49	Kab. Sampang	6,52	112,01
Kab. Jember	7,59	112,37	Kab. Pamekasan	7,34	111,26
Kab. Banyuwangi	7,52	111,57	Kab. Sumenep	7,02	112,44
Kab. Bondowoso	8,03	112	Kota Kediri	7,58	112,38
Kab. Situbondo	7,09	112,24	Kota Blitar	8,04	112,09
Kab. Probolinggo	7,09	111,53	Kota Malang	7,38	112,09
Kab. Pasuruan	7,39	111,19	Kota Probolinggo	7,14	112,44
Kab. Sidoarjo	7,07	112,24	Kota Pasuruan	7,37	111,3
Kab. Mojokerto	7,27	112,42	Kota Mojokerto	7,28	112,25
Kab. Jombang	8,08	113,56	Kota Madiun	7,45	113,12
Kab. Nganjuk	7,32	112,42	Kota Surabaya	7,51	112,31
Kab. Madiun	7,43	113,56	Kota Batu	7,49	112

Lampiran 3. Hasil Statistika Deskriptif dan Pengecekan Asumsi Multikolinieritas

Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
Y	1273	2315407	0	8609
X1	16.377	4.453	12.390	20.690
X2	17.08	41.42	8.56	32.93
X3	66.23	733.24	0.00	150.61
X4	69.90	728.97	0.00	99.70
X5	29.46	491.67	0.00	80.55
X6	52.492	35.645	42.530	66.250

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	3677	3140	1.17	0.251	
X1	-155.1	119.5	-1.30	0.204	1.399
X2	27.81	78.54	0.35	0.726	5.618
X3	24.212	9.222	2.63	0.013	1.371
X4	-30.03	10.01	-3.00	0.005	1.606
X5	-6.55	11.26	-0.58	0.565	1.372
X6	6.66	76.02	0.09	0.931	4.530

Lampiran 4. Hasil Pengujian Aspek Spasial

Heterogenitas Spasial
BP = 19.189, df = 6, p-value = 0.003857

Dependensi Spasial

\$observed

[1] -0.03814657

\$expected

[1] -0.02702703

\$sd

[1] 0.04009261

\$p.value

[1] 0.7815141

Lampiran 5. Output Regresi Poisson

```

Call:
glm(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X7, family = poisson,
    data = data)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-55.692  -19.345   -0.402   13.645   47.969

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  8.9936881  0.0725626 123.944 < 2e-16 ***
X1          -0.1330730  0.0030614  -43.468 < 2e-16 ***
X2           0.0192648  0.0017260   11.161 < 2e-16 ***
X3           0.0116277  0.0001564   74.334 < 2e-16 ***
X4          -0.0157785  0.0001890  -83.498 < 2e-16 ***
X5          -0.0033472  0.0002833  -11.817 < 2e-16 ***
X7           0.0048673  0.0016504    2.949  0.00319 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

    Null deviance: 43966  on 37  degrees of freedom
Residual deviance: 23188  on 31  degrees of freedom
AIC: 23514

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```

Lampiran 6. Output Regresi Binomial Negatif

```
Call:
glm.nb(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X7, data = data,
       init.theta = 1.015158575, link = log)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.8454  -0.6567  -0.0946   0.3060   1.2353

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  9.720785    2.403928   4.044 5.26e-05 ***
X1          -0.115699    0.091497  -1.265   0.206
X2           0.025584    0.060119   0.426   0.670
X3           0.008375    0.007058   1.187   0.235
X4          -0.011027    0.007662  -1.439   0.150
X5          -0.003085    0.008623  -0.358   0.721
X7          -0.017955    0.058194  -0.309   0.758
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(1.0152) family taken to be 1)

    Null deviance: 55.970  on 37  degrees of freedom
Residual deviance: 45.511  on 31  degrees of freedom
AIC: 625.06

Number of Fisher Scoring iterations: 1

              Theta:  1.015
            Std. Err.:  0.221

2 x log-likelihood:  -609.064
```

Lampiran 7. Pembobot Spasial dengan *Adaptive Bisquare* Kernel

[1,] 1,968255	[20,] 1,632306
[2,] 2,256104	[21,] 1,416619
[3,] 1,893807	[22,] 2,020323
[4,] 2,262766	[23,] 2,024847
[5,] 2,124926	[24,] 3,000174
[6,] 2,168994	[25,] 1,462953
[7,] 1,4857	[26,] 2,495957
[8,] 2,196595	[27,] 1,797452
[9,] 1,200722	[28,] 2,238957
[10,] 1,920116	[29,] 1,428428
[11,] 1,568505	[30,] 1,205083
[12,] 1,363111	[31,] 1,516477
[13,] 2,011003	[32,] 1,456471
[14,] 2,304894	[33,] 1,347145
[15,] 1,368238	[34,] 2,196596
[16,] 1,250003	[35,] 1,318571
[17,] 2,368911	[36,] 1,821764
[18,] 1,231097	[37,] 1,252566
[19,] 2,260803	[38,] 1,49085

Lampiran 8. Jarak Euclidean

	1	2	3	4	5	6	7	...	38
1	0,00	0,30	1,64	2,01	0,67	1,96	1,21	...	0,49
2	0,30	0,00	1,89	2,26	0,80	2,26	1,50	...	0,78
3	1,64	1,89	0,00	0,38	1,95	1,05	0,54	...	1,21
4	2,01	2,26	0,38	0,00	2,33	1,18	0,90	...	1,59
5	0,67	0,80	1,95	2,33	0,00	1,91	1,43	...	0,79
6	1,96	2,26	1,05	1,18	1,91	0,00	0,90	...	1,48
7	1,21	1,50	0,54	0,90	1,43	0,90	0,00	...	0,74
8	1,97	2,25	0,54	0,54	2,12	0,64	0,75	...	1,49
9	0,87	1,16	0,91	1,28	1,04	1,11	0,39	...	0,38
10	0,16	0,42	1,63	2,01	0,52	1,86	1,17	...	0,43
11	0,82	1,08	1,47	1,83	0,58	1,33	0,93	...	0,54
12	0,76	0,99	0,91	1,27	1,24	1,52	0,63	...	0,47
13	0,27	0,31	1,62	1,98	0,94	2,09	1,27	...	0,62
14	0,34	0,17	1,98	2,35	0,67	2,26	1,55	...	0,82
15	0,77	0,99	0,91	1,27	1,25	1,53	0,64	...	0,48
16	0,89	1,16	0,75	1,12	1,25	1,27	0,38	...	0,47
17	2,15	2,45	1,04	1,08	2,14	0,25	1,02	...	1,67
18	0,89	1,16	0,76	1,14	1,22	1,23	0,35	...	0,45
19	2,03	2,31	0,51	0,43	2,22	0,77	0,82	...	1,56
20	1,41	1,69	0,51	0,82	1,57	0,71	0,21	...	0,92
21	0,60	0,87	1,04	1,42	1,00	1,46	0,63	...	0,21
22	0,67	0,83	1,86	2,23	0,11	1,79	1,33	...	0,72
23	1,77	2,02	0,13	0,25	2,08	1,06	0,65	...	1,34
24	2,78	3,07	1,44	1,30	2,79	0,89	1,60	...	2,29
25	0,51	0,80	1,17	1,55	0,82	1,46	0,71	...	0,04
26	0,89	0,89	2,31	2,69	0,37	2,26	1,80	...	1,13
27	0,97	1,04	1,29	1,57	1,61	2,10	1,20	...	0,97
28	0,27	0,10	1,90	2,28	0,70	2,22	1,49	...	0,76
29	0,97	1,20	0,72	1,07	1,43	1,44	0,54	...	0,64
30	0,88	1,17	0,90	1,27	1,06	1,10	0,38	...	0,39
31	0,88	1,15	1,40	1,76	0,67	1,24	0,86	...	0,56
32	0,56	0,84	1,09	1,47	0,93	1,46	0,66	...	0,14
33	0,94	1,18	0,71	1,08	1,35	1,35	0,45	...	0,56
34	0,23	0,14	1,87	2,24	0,66	2,17	1,44	...	0,71
35	0,72	0,99	0,91	1,29	1,11	1,39	0,53	...	0,33
36	1,59	1,87	0,33	0,60	1,79	0,74	0,38	...	1,12
37	0,79	1,08	0,93	1,30	1,03	1,20	0,43	...	0,31
38	0,49	0,78	1,21	1,59	0,79	1,48	0,74	...	0,00

Lampiran 9. Koefisien Parameter (GWGPR)

	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6
1	0,998	-0.000127	0.000026	0.000007	-0.000008	0.000000	-0.000017
2	0,998	-0.000123	0.000030	0.000007	-0.000008	0.000001	-0.000020
3	0,999	-0.000180	-0.000035	0.000000	-0.000003	-0.000024	0.000019
4	0,999	-0.000146	-0.000017	0.000001	-0.000005	-0.000017	0.000006
5	0,998	-0.000140	0.000028	0.000009	-0.000007	0.000001	-0.000017
6	0,999	-0.000152	-0.000011	0.000002	-0.000006	-0.000012	-0.000003
7	0,999	-0.000216	-0.000043	0.000000	-0.000003	-0.000026	0.000025
8	0,999	-0.000144	-0.000013	0.000001	-0.000006	-0.000014	0.000001
9	0,999	-0.000211	-0.000026	0.000002	-0.000005	-0.000018	0.000016
10	0,998	-0.000132	0.000025	0.000007	-0.000007	0.000000	-0.000017
11	0,998	-0.000171	0.000010	0.000008	-0.000006	-0.000002	-0.000006
12	0,998	-0.000146	0.000002	0.000002	-0.000006	-0.000011	0.000001
13	0,998	-0.000121	0.000028	0.000006	-0.000008	0.000000	-0.000018
14	0,998	-0.000125	0.000030	0.000007	-0.000008	0.000001	-0.000020
15	0,998	-0.000145	0.000003	0.000002	-0.000006	-0.000011	0.000001
16	0,998	-0.000193	-0.000023	0.000001	-0.000004	-0.000022	0.000018
17	0,999	-0.000138	-0.000006	0.000002	-0.000006	-0.000010	-0.000007
18	0,998	-0.000198	-0.000025	0.000001	-0.000004	-0.000022	0.000018
19	0,999	-0.000140	-0.000012	0.000001	-0.000006	-0.000014	0.000000
20	1,000	-0.000210	-0.000044	-0.000001	-0.000002	-0.000026	0.000023
21	0,998	-0.000150	0.000006	0.000004	-0.000007	-0.000007	-0.000003
22	0,998	-0.000143	0.000026	0.000009	-0.000007	0.000001	-0.000016
23	0,999	-0.000165	-0.000027	0.000001	-0.000004	-0.000021	0.000013
24	0,999	-0.000118	0.000004	0.000002	-0.000008	-0.000006	-0.000014
25	0,998	-0.000149	0.000010	0.000005	-0.000007	-0.000004	-0.000006
26	0,998	-0.000135	0.000031	0.000009	-0.000007	0.000002	-0.000020
27	0,998	-0.000108	0.000027	0.000003	-0.000008	-0.000004	-0.000015
28	0,998	-0.000125	0.000030	0.000007	-0.000008	0.000001	-0.000020
29	0,998	-0.000172	-0.000014	0.000001	-0.000005	-0.000018	0.000011
30	0,999	-0.000212	-0.000026	0.000002	-0.000005	-0.000019	0.000016
31	0,998	-0.000184	0.000004	0.000008	-0.000006	-0.000004	-0.000003
32	0,998	-0.000150	0.000007	0.000004	-0.000007	-0.000006	-0.000005
33	0,998	-0.000182	-0.000019	0.000001	-0.000004	-0.000020	0.000014
34	0,998	-0.000125	0.000029	0.000007	-0.000008	0.000001	-0.000020
35	0,998	-0.000160	-0.000004	0.000003	-0.000006	-0.000011	0.000004
36	0,999	-0.000182	-0.000033	0.000000	-0.000003	-0.000022	0.000016
37	0,998	-0.000190	-0.000016	0.000002	-0.000005	-0.000014	0.000010
38	0,998	-0.000148	0.000012	0.000005	-0.000007	-0.000004	-0.000007

Lampiran 10. Z hitung Parameter GWGPR

	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$	$\hat{\beta}_4$	$\hat{\beta}_5$	$\hat{\beta}_6$
1	-28.789	-11570.538	4.964	-144.046	-36.370	19.433	0.007
2	-28.076	-11122.660	4.379	-145.413	-33.338	18.929	-0.032
3	-14.853	-10850.056	5.860	149.137	-0.298	1.584	0.900
4	-13.101	-10440.880	4.169	60.039	-2.890	2.553	0.540
5	-23.199	-8434.248	4.132	-114.060	-41.410	15.172	-0.066
6	-10.036	-8069.025	4.127	34.626	-4.229	3.445	0.354
7	-14.068	-9223.877	8.298	225.097	1.062	1.846	1.216
8	-12.806	-10344.527	4.496	48.440	-3.769	3.524	0.475
9	-9.250	-5104.819	7.085	126.405	-7.533	4.303	0.919
10	-28.145	-11096.352	5.072	-136.979	-39.220	19.029	0.004
11	-13.526	-5737.374	4.653	-39.102	-36.647	10.206	0.098
12	-17.982	-9465.996	5.540	-12.762	-11.379	7.460	0.551
13	-28.038	-11798.686	4.637	-146.306	-30.424	18.890	0.023
14	-27.756	-10679.088	4.303	-142.691	-35.132	18.619	-0.049
15	-17.952	-9486.660	5.441	-15.671	-11.049	7.342	0.544
16	-13.593	-7691.584	7.186	135.303	-4.192	3.195	1.083
17	-10.253	-8500.540	3.682	17.668	-4.744	3.866	0.289
18	-12.876	-7265.695	7.327	144.219	-4.093	3.196	1.108
19	-12.754	-10392.026	4.260	42.308	3.867	3.490	0.453
20	-13.687	-9533.752	7.564	205.190	1.823	1.584	1.093
21	-20.483	-9847.815	6.222	-37.024	-22.270	12.261	0.401
22	-22.414	-8247.166	4.243	-108.239	-42.123	14.794	-0.052
23	-14.341	-10870.822	5.202	109.344	-1.556	2.060	0.746
24	-8.562	-7502.178	2.494	-8.745	-4.858	3.942	0.143
25	-21.394	-9569.198	6.013	-61.737	-30.092	14.504	0.268
26	-22.295	-7834.375	3.526	-112.611	-37.210	14.214	-0.092
27	-17.123	-9360.866	3.043	-101.141	-9.224	9.326	0.148
28	-28.143	-10975.599	4.420	-144.820	-34.939	18.932	-0.039
29	-16.622	-9734.068	6.318	76.926	-5.299	3.899	0.838
30	-9.449	-5246.858	7.214	131.627	-7.041	4.203	0.941
31	-11.230	-5082.672	4.887	-12.966	-32.308	8.737	0.164
32	-21.441	-10040.121	6.311	-47.535	-25.972	13.613	0.344
33	-15.628	-9051.348	6.852	108.916	-4.725	3.509	0.970
34	-28.318	-11041.601	4.509	-144.993	-35.680	19.046	-0.036
35	-17.011	-8732.502	6.360	22.075	-13.924	8.018	0.625
36	-14.295	-10555.153	6.327	146.476	-0.346	2.098	0.881
37	-12.013	-6317.041	6.911	87.733	-12.159	6.200	0.774
38	-22.060	-9716.257	5.951	-70.414	-31.820	15.107	0.235

Lampiran 11. Koefisien Parameter GWNBR

	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$	$\hat{\beta}_4$	$\hat{\beta}_5$	$\hat{\beta}_6$
1	2.00024	-0.000509	0.000105	0.000026	-0.000030	-0.000001	-0.000069
2	2.00027	-0.000491	0.000120	0.000027	-0.000031	0.000003	-0.000080
3	2.00385	-0.000718	-0.000138	0.000000	-0.000011	-0.000097	0.000078
4	2.00346	-0.000583	-0.000068	0.000004	-0.000019	-0.000069	0.000022
5	1.99997	-0.000558	0.000110	0.000036	-0.000028	0.000006	-0.000069
6	2.00516	-0.000606	-0.000045	0.000006	-0.000023	-0.000048	-0.000014
7	2.00503	-0.000864	-0.000172	-0.000001	-0.000011	-0.000104	0.000099
8	2.00417	-0.000576	-0.000053	0.000005	-0.000022	-0.000056	0.000002
9	2.00365	-0.000842	-0.000102	0.000007	-0.000019	-0.000073	0.000063
10	2.00025	-0.000528	0.000101	0.000028	-0.000029	0.000000	-0.000066
11	2.00083	-0.000682	0.000041	0.000033	-0.000025	-0.000009	-0.000024
12	2.00038	-0.000584	0.000009	0.000009	-0.000024	-0.000043	0.000006
13	2.00021	-0.000483	0.000111	0.000023	-0.000031	-0.000002	-0.000073
14	2.00025	-0.000499	0.000121	0.000029	-0.000030	0.000004	-0.000081
15	2.00034	-0.000579	0.000011	0.000009	-0.000024	-0.000043	0.000005
16	2.00228	-0.000772	-0.000093	0.000004	-0.000016	-0.000087	0.000070
17	2.00469	-0.000551	-0.000024	0.000007	-0.000026	-0.000040	-0.000027
18	2.00253	-0.000791	-0.000100	0.000004	-0.000016	-0.000088	0.000073
19	2.00398	-0.000561	-0.000047	0.000005	-0.000022	-0.000055	0.000000
20	2.00557	-0.000839	-0.000176	-0.000002	-0.000010	-0.000103	0.000093
21	2.00082	-0.000598	0.000023	0.000015	-0.000027	-0.000027	-0.000012
22	1.99998	-0.000569	0.000103	0.000036	-0.000027	0.000005	-0.000064
23	2.00368	-0.000659	-0.000108	0.000002	-0.000014	-0.000085	0.000054
24	2.00428	-0.000471	0.000015	0.000010	-0.000031	-0.000026	-0.000055
25	2.00073	-0.000595	0.000040	0.000020	-0.000027	-0.000018	-0.000025
26	1.99994	-0.000540	0.000125	0.000037	-0.000028	0.000009	-0.000081
27	1.99978	-0.000430	0.000106	0.000011	-0.000031	-0.000017	-0.000059
28	2.00025	-0.000497	0.000119	0.000028	-0.000030	0.000003	-0.000079
29	2.00177	-0.000688	-0.000054	0.000005	-0.000019	-0.000073	0.000044
30	2.00374	-0.000846	-0.000105	0.000006	-0.000019	-0.000075	0.000065
31	2.00166	-0.000735	0.000014	0.000030	-0.000024	-0.000015	-0.000011
32	2.00092	-0.000601	0.000030	0.000017	-0.000027	-0.000023	-0.000018
33	2.00199	-0.000727	-0.000075	0.000004	-0.000017	-0.000080	0.000058
34	2.00025	-0.000501	0.000117	0.000028	-0.000030	0.000003	-0.000078
35	2.00102	-0.000641	-0.000014	0.000010	-0.000024	-0.000045	0.000016
36	2.00460	-0.000725	-0.000132	0.000000	-0.000013	-0.000089	0.000064
37	2.00248	-0.000757	-0.000062	0.000010	-0.000021	-0.000057	0.000041
38	2.00068	-0.000590	0.000046	0.000021	-0.000028	-0.000016	-0.000029

Lampiran 12. Z hitung GWNBR

	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$	$\hat{\beta}_4$	$\hat{\beta}_5$	$\hat{\beta}_6$
1	-28.948	-23381.790	19.983	-580.205	-146.459	78.304	0.030
2	-28.232	-22476.370	17.630	-585.671	-134.250	76.272	-0.127
3	-14.920	-21945.800	23.583	599.602	-1.254	6.391	3.623
4	-13.157	-21112.910	16.781	241.405	-11.669	10.291	2.175
5	-23.325	-17042.840	16.635	-459.388	-166.693	61.146	-0.265
6	-10.078	-16325.150	16.611	139.183	-17.058	13.882	1.425
7	-14.135	-18667.080	33.389	904.790	4.178	7.453	4.893
8	-12.860	-20922.400	18.097	194.754	-15.207	14.202	1.911
9	-9.296	-10329.290	28.505	507.826	-30.418	17.349	3.696
10	-28.299	-22423.780	20.419	-551.760	-157.923	76.677	0.017
11	-13.594	-11597.370	18.730	-157.657	-147.524	41.133	0.397
12	-18.076	-19132.850	22.296	-51.848	-45.860	30.064	2.219
13	-28.193	-23842.390	18.668	-589.274	-122.529	76.112	0.093
14	-27.910	-21579.870	17.323	-574.711	-141.462	75.024	-0.199
15	-18.046	-19174.320	21.900	-63.542	-44.533	29.586	2.188
16	-13.662	-15556.590	28.915	543.641	-16.954	12.885	4.357
17	-10.296	-17195.290	14.823	70.987	-19.128	15.579	1.163
18	-12.941	-14696.500	29.482	579.474	-16.558	12.888	4.456
19	-12.807	-21017.010	17.150	170.097	-15.600	14.062	1.824
20	-13.749	-19294.820	30.439	824.868	7.251	6.395	4.398
21	-20.590	-19906.240	25.043	-149.578	-89.715	49.406	1.612
22	-22.535	-16665.020	17.079	-435.950	-169.565	59.620	-0.211
23	-14.404	-21985.390	20.937	439.642	-6.311	8.309	3.003
24	-8.597	-15173.090	10.043	-35.245	-19.576	15.882	0.576
25	-21.506	-19342.030	24.203	-249.018	-121.196	58.442	1.080
26	-22.418	-15830.160	14.193	-453.526	-149.784	57.284	-0.369
27	-17.215	-18914.380	12.249	-407.274	-37.169	37.572	0.595
28	-28.300	-22179.120	17.792	-583.288	-140.691	76.286	-0.156
29	-16.707	-19682.630	25.423	308.954	-21.391	15.718	3.370
30	-9.497	-10616.950	29.025	528.819	-28.435	16.945	3.786
31	-11.286	-10276.670	19.672	-52.483	-130.069	35.212	0.659
32	-21.553	-20295.210	25.400	-191.884	-104.618	54.852	1.385
33	-15.708	-18304.150	27.573	437.572	-19.089	14.148	3.901
34	-28.476	-22312.530	18.152	-583.991	-143.671	76.744	-0.143
35	-17.099	-17653.930	25.596	88.220	-56.117	32.312	2.516
36	-14.358	-21353.810	25.465	588.910	-1.453	8.461	3.544
37	-12.073	-12777.080	27.812	352.282	-49.027	24.989	3.115
38	-22.175	-19638.800	23.955	-283.932	-128.153	60.871	0.945

Lampiran 13. Syntax Program R

```
#Memanggil Data
data=read.csv("d://data1.csv",header=TRUE,sep=',')

#Regresi Poisson
poisson=glm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X7,family=poisson,
data=data)
summary(poisson)

#Regresi Binomial Negatif
library(MASS)
nb=glm.nb(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X7,data=data)
summary(nb)

#Uji Breusch Pagan (Heterogenitas Spasial)
library(zoo)
library(lmtest)
depen=lm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X7,data=data)
bptest(depen)
bptest(nb)

#Uji Moran'I (Dependensi Spasial)
library(ape)
data.dist=as.matrix(dist(cbind(data$ui,data$vi)))
data.dist.inv=1/data.dist
diag(data.dist.inv)=0
Moran.I(data$Y,data.dist.inv)

#Bandwidth Adaptive Bisquare
library(sp)
library(spgwr)
bdwt.bisquare=ggwr.sel(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X7,data=data,
coords=cbind(data$ui,data$vi),adapt=TRUE,gweight=gwr.
bisquare)
```

```

GRTGB=ggwr(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X7,data=data,
coords=cbind(data$ui,data$vi),adapt=bdwt.bisquare,gweight=ggwr
.bisquare)
GRTGB$bandwidth

#Jarak
u=data[,8]
u=as.matrix(u)
i=nrow(u)
v=data[,9]
v=as.matrix(v)
j=nrow(v)
library(maps)
library(spam)
library(fields)
jarak=matrix(nrow=38,ncol=38)
for(i in 1:38)
for(j in 1:38){jarak[i,j]=sqrt((u[i,]-u[j,])**2+(v[i,]-v[j,])**2)}
write.table(jarak,file="d://jarak2.csv",sep=",")

#Pembobot Adaptive Bisquare
bdwt.bisquare=GRTGB$bandwidth
bdwt.bisquare=as.matrix(bdwt.bisquare)
i=nrow(bdwt.bisquare)
pembobotB=matrix(nrow=38,ncol=38)
for(i in 1:38)
for(j in 1:38){pembobotB[i,j]=(1-
(jarak[i,j]/bdwt.bisquare[i,])**2)**2
pembobotB[i,j]=ifelse(jarak[i,j]<bdwt.bisquare[i,],pembobotB[i,j]
,0)}
write.table(pembobotB,file="d://pembobotB2.csv",sep=",")

```

```

#Penaksiran Parameter GWNBR
library(MASS)
gemes2=function(x,y,w1,phi1,b1){
  beta=matrix(c(0),20,8,byrow=T)
  beta[1,1]=phi1
  beta[1,2:8]=c(b1)
  for(i in 1:20){
    satu<-rep(1,38)
    satu<-as.matrix(satu)
    b01<-rbind(c(phi1,beta[i,2:8]))
    xb1<-as.matrix(x)%*%as.matrix(beta[i,2:8])
    mu1<-exp(xb1)
    delta11<-((log(1+phi1*mu1)-
    digamma(y+(1/phi1))+digamma(1/phi1))/phi1^2)+((y-
    mu1)/((1+phi1*mu1)*phi1))
    delta11<-as.matrix(delta11)
    p11<-t(satu)%*%w1%*%delta11
    delta21<-(y-mu1)/(1+phi1*mu1)
    delta21<-as.matrix(delta21)
    p21<-t(x)%*%as.matrix(w1)%*%delta21
    p21<-as.matrix(p21)
    gt1<-rbind(p11,p21)
    delta31<-((trigamma(y+(1/phi1))-
    trigamma(1/phi1))/phi1^4)+((2*digamma(y+(1/phi1))-
    2*digamma(1/phi1)-
    2*log(1+phi1*mu1))/phi1^3)+((2*mu1)/(phi1^2*(1+phi1*mu1)))
    +(((y+(1/phi1))*mu1^2)/(1+phi1*mu1)^2)-(y/phi1^2)
    delta31<-as.matrix(delta31)
    p31<-t(satu)%*%w1%*%delta31
    p31<-as.matrix(p31)
    delta41<-mu1*(mu1-y)/(1+phi1*mu1)^2
    delta41<-as.matrix(delta41)
    p41<-t(x)%*%w1%*%delta41
  }
}

```

```

p41<-as.matrix(p41)
h11<-rbind(p31,p41)
delta51<-mu1*(phi1*y+1)/(1+phi1*mu1)^2
delta51<-t(delta51)
delta51<-c(delta51)
delta51<-as.matrix(diag(delta51))
p51<-t(x)%%as.matrix(w1)%%delta51%%as.matrix(x)
p51<--1*p51
p51<-as.matrix(p51)
h21<-rbind(t(p41),p51)
H1<-cbind(h11,h21)
H11<-ginv(H1)
beta[i,<-t(b01)-H11%%gt1)
}
return(list(beta=beta,hessian=H1))
}
gwnbr1=function(x,y,W,teta){
beta=nb$coefficient
parameter=matrix(c(0),nrow(x),ncol(x)+1,byrow=T)
zhit=matrix(c(0),nrow(x),ncol(x),byrow=T)
for(i in 1:38){
ww=as.matrix(diag(W[i,]))
hit=games2(x,y,ww,teta,beta)
parameter[i,]=hit$beta[20,]
write.csv(hit$hessian,file=paste("hessian",i,".csv"))
invh=ginv(as.matrix(hit$hessian))
for(j in 1:ncol(x)){
zhit[i,j]=parameter[i,j]/invh[j+1,j+1]
}
}
return(list(koefisien=parameter,Z_hitung=zhit))
}

```

```

bobot=as.matrix(read.csv("d://pembobotB2.csv",header=TRUE,
sep=','))
xx=data[,2:7]
y=data[,1]
x=as.matrix(cbind(1,xx))
mod=gwnbr1(x,y,bobot,1.014047462)
mod$koefisien
mod$Z_hitung

#Penaksiran Parameter GPR
library(MASS)
GPR=function(x,y,phi1,b1){
  beta=matrix(c(0),20,8,byrow=T)
  beta[1,1]=phi1
  beta[1,2:8]=c(b1)
  for(i in 1:20){
    satu<-rep(1,38)
    satu<-as.matrix(satu)
    b01<-rbind(c(phi1,beta[i,2:8]))
    xb1<-as.matrix(x)%*%as.matrix(beta[i,2:8])
    mu1<-exp(xb1)
    delta11<-(-(y*mu1)/(1+phi1*mu1)+(y-1)*(y)/(1+phi1*y)-
    mu1*(y-mu1)/(1+phi1*mu1)^2)
    delta11<-as.matrix(delta11)
    p11<-t(satu)%*%delta11
    delta21<-((y-mu1)/(1+phi1*mu1)^2)
    delta21<-as.matrix(delta21)
    p21<-t(x)%*%delta21
    p21<-as.matrix(p21)
    gt1<-rbind(p11,p21)
    delta31<-(y*(mu1^2)/((1+phi1*mu1)^2)-(y^2)*(y-
    1)/((1+phi1*y)^2)+2*(mu1^2)*(y-mu1)/((1+phi1*mu1)^3))
    delta31<-as.matrix(delta31)
  }
}

```



```

p31<-t(satu)% %%delta31
p31<-as.matrix(p31)
delta41<-(-2*(y-mu1)*mu1/(1+phi1*mu1)^3)
delta41<-as.matrix(delta41)
p41<-t(x)% %%delta41
p41<-as.matrix(p41)
h11<-rbind(p31,p41)
delta51<-((mu1*(1+2*phi1*y-phi1*mu1)/(1+phi1*mu1)^3))
delta51<-t(delta51)
delta51<-c(delta51)
delta51<-as.matrix(diag(delta51))
p51<-t(x)% %%delta51 %% as.matrix(x)
p51<--1*p51
p51<-as.matrix(p51)
h21<-rbind(t(p41),p51)
H1<-cbind(h11,h21)
H11<-ginv(H1)
beta[i,<-(t(b01)-H11% %%gt1)
}
return(list(beta=beta,hessian=H1))
}
gpr=function(x,y,teta){
beta=poisson$coefficient
parameter=matrix(c(0),nrow(x),ncol(x)+1,byrow=T)
zhit=matrix(c(0),nrow(x),ncol(x),byrow=T)
for(i in 1:38){
hit=GPR(x,y,teta,beta)
parameter[i,]=hit$beta[20,]
write.csv(hit$hessian,file=paste("hessian",i,".csv"))
invh=ginv(as.matrix(hit$hessian))
for(j in 1:ncol(x)){
zhit[i,j]=parameter[i,j]/invh[j+1,j+1]}
}
}

```

```

return(list(koefisien=parameter,Z_hitung=zhit))
}

xx=data[,2:7]
y=data[,1]
x=as.matrix(cbind(1,xx))
mod=gpr(x,y,1.014047462)
mod$koefisien
mod$Z_hitung

#Penaksiran Parameter GWGPR
library(MASS)
GWGPR=function(x,y,w1,phi1,b1){
  beta=matrix(c(0),20,8,byrow=T)
  beta[1,1]=phi1
  beta[1,2:8]=c(b1)
  for(i in 1:20){
    satu<-rep(1,38)
    satu<-as.matrix(satu)
    b01<-rbind(c(phi1,beta[i,2:8]))
    xb1<-as.matrix(x)%%as.matrix(beta[i,2:8])
    mu1<-exp(xb1)
    delta11<-(-(y*mu1)/(1+phi1*mu1)+(y-1)*(y)/(1+phi1*y)-
    mu1*(y-mu1)/(1+phi1*mu1)^2)
    delta11<-as.matrix(delta11)
    p11<-t(satu)%%w1%%delta11
    delta21<-((y-mu1)/(1+phi1*mu1)^2)
    delta21<-as.matrix(delta21)
    p21<-t(x)%%as.matrix(w1)%%delta21
    p21<-as.matrix(p21)
    gt1<-rbind(p11,p21)
    delta31<-(y*(mu1^2)/((1+phi1*mu1)^2)-(y^2)*(y-
    1)/((1+phi1*y)^2)+2*(mu1^2)*(y-mu1)/((1+phi1*mu1)^3))
  }
}

```

```

delta31<-as.matrix(delta31)
p31<-t(satu)% ** w1% ** delta31
p31<-as.matrix(p31)
delta41<-(-2*(y-mu1)*mu1/(1+phi1 *mu1)^3)
delta41<-as.matrix(delta41)
p41<-t(x)% ** w1% ** delta41
p41<-as.matrix(p41)
h11<-rbind(p31,p41)
delta51<-((mu1*(1+2*phi1*y-phi1 *mu1)/(1+phi1 *mu1)^3))
delta51<-t(delta51)
delta51<-c(delta51)
delta51<-as.matrix(diag(delta51))
p51<-t(x)% ** as.matrix(w1)% ** delta51% ** as.matrix(x)
p51<--1*p51
p51<-as.matrix(p51)
h21<-rbind(t(p41),p51)
H1<-cbind(h11,h21)
H11<-ginv(H1)
beta[i,<-t(b01)-H11% ** gt1)
}
return(list(beta=beta,hessian=H1))
}

gwgpr=function(x,y,W,teta){
beta=poisson$coefficient
parameter=matrix(c(0),nrow(x),ncol(x)+1,byrow=T)
zhit=matrix(c(0),nrow(x),ncol(x),byrow=T)
for(i in 1:38){
ww=as.matrix(diag(W[i,]))
hit=GWGPR(x,y,ww,teta,beta)
parameter[i,]=hit$beta[20,]
write.csv(hit$hessian,file=paste("hessian",i,".csv"))
invh=ginv(as.matrix(hit$hessian))

```

```
for(j in 1:ncol(x)){  
  zhit[i,j]=parameter[i,j]/invh[j+1,j+1]  
}  
}  
return(list(koefisien=parameter,Z_hitung=zhit))  
}  
  
bobot=as.matrix(read.csv("d://pembobotB2.csv",header=TRUE,s  
ep=','))  
xx=data[,2:7]  
y=data[,1]  
x=as.matrix(cbind(1,xx))  
mod=ggpr(x,y,bobot,1.014047462)  
mod$koefisien  
mod$Z_hitung
```

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Departemen Statistika FMIPA ITS:

Nama : Enis Ulfa Lailiyah Fitri

NRP : 1313100053

menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir/~~Thesis~~ ini merupakan data sekunder yang diambil dari ~~penelitian / buku / Tugas Akhir / Thesis / publikasi~~ lainnya yaitu:

Sumber : Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2015 dan Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Timur 2015

Keterangan : Jumlah Kasus Tuberkulosis, Persentase Penduduk Usia 50-64 Tahun, Persentase Penduduk Tamat SMA Sederajat, Persentase Rumah Sehat, Persentase Tempat Pengelolaan Makanan yang Memenuhi Status *Higine* Sanitasi, Persentase Tempat Umum yang Memenuhi Syarat Kesehatan, dan Persentase Pengeluaran Non Makanan di setiap kabupaten/kota Provinsi Jawa Timur.

Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir



(Dr. Purhadi, M.Sc.)
NIP. 19620204 198701 1 001

Surabaya, 16 Juni 2017



(Enis Ulfa Lailiyah Fitri)
NRP. 1313100053

*(coret yang tidak perlu)

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Enis Ulfa Lailiyah Fitri yang biasa dipanggil Enis lahir di Tuban. 13 Januari 1995. Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara oleh pasangan Mardi dan Endang Suranti. Pendidikan yang telah diselesaikan adalah di Aisyah Bustanul Atfal. MIM 3 Panyuran (2007), SMP Negeri 6 Bojonegoro (2010), dan SMA Negeri 1 Bojonegoro (2013). Setelah lulus dari SMA penulis diterima di Jurusan Statistika ITS dengan NRP

1313100053. Penulis aktif mengikuti Organisasi kampus yaitu menjadi Staff bidang Bisnis Kopma dr. Angka ITS periode 2014-2015, Asisten Direktur (Asdir) bidang Bisnis Kopma dr. Angka ITS periode 2015-2016, dan Ketua Bidang (Kabid) Administrasi Umum Kopma dr. Angka ITS periode 2016-2017. Penulis juga aktif di Lembaga Dakwah Jurusan (LDJ) FORSIS-ITS sebagai staff departemen Syiar periode 2014-2015 dan koordinator putri departemen (Kopidep) Dana dan Usaha periode 2015-2016. Selain itu penulis juga menjadi staff Biro Pengajaran Badan Pelayan Umat (BPU), Jamaah Masjid Manarul Ilmi (JMMI). Organisasi diluar kampus yang diikuti penulis adalah sekretaris MUTIARA V dan supervisor Kos Qur'an "Full Barokah". Segala kritik dan saran akan diterima oleh penulis untuk perbaikan kedepannya. Jika ada keperluan atau ingin berdiskusi dengan penulis dapat dihubungi melalui email enis.ulfa13@gmail.com.